

Saber más



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

Año 3 / Noviembre - Diciembre 2014 / No. 18

ISSN:2007-7041

Temores, rumores y realidades:

¿Qué tan peligrosa es la mordedura de una araña?



■ **El Herbario: los secretos que encierra una colección de plantas secas ...o cómo ser un CSI botánico**

■ **Humedales: Los Riñones del Mundo**

■ **¿Cómo crees que era Morelia en la edad de hielo?**

■ **Hablemos de las aves de Michoacán**

■ **Peces Crípticos**

Morelia, Michoacán - México - U.M.S.N.H. - 2014



latindex e-revist@s
Dialnet

- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
- Coordinación de la Investigación Científica
- www.umich.mx ■ www.cic.umich.mx
- webcicumsh@gmail.com ■ sabermasumich@gmail.com

ISSN 2007-7041



Contenido



El Herbario: los secretos que encierra una colección de plantas secas. ...O cómo ser un CSI botánico

4



¿Cómo crees que era Morelia en la edad de hielo?

7



Humedales: Los Riñones del Mundo

9



Hablemos de las aves de Michoacán

17



Portada

12

Temores, rumores y realidades: ¿Qué tan peligrosa es la mordedura de una araña?



Peces Crípticos

20

Secciones

24 ENTREVISTA

29 ENTÉRATE

33 TECNOLOGÍA

UNA PROBADA DE CIENCIA 35

LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS 36

LA CIENCIA EN EL CINE 39

EXPERIMENTA 41



Universidad Michoacana
de San Nicolás de Hidalgo

Rector

Dr. José Gerardo Tinoco Ruiz

Secretario General

Dr. Alejo Maldonado Gallardo

Secretario Académico

Mtro. David X. Rueda López

Secretaria Administrativa

Mtra. María Eugenia López Urquiza

Secretario de Difusión Cultural

Dr. Orlando Vallejo Figueroa

Secretaria Auxiliar

Mtra. María Teresa Greta Trangay Vázquez

Abogada General

Lic. Ana María Teresa Malacara Salgado

Tesorero

C.P. Horacio Guillermo Díaz Mora

Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas

Director de la revista Saber más

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. Luis Manuel Villaseñor Cendejas

Instituto de Física y Matemáticas

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
Morelia, Michoacán, México.

Dra. Catherine Rose Ettinger Mc Enulty

Facultad de Arquitectura

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
Morelia, Michoacán, México.

Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez

Instituto de Física y Matemáticas

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
Morelia, Michoacán, México.

Dra. Vanessa González Covarrubias

Área de farmacogenómica

Instituto Nacional de Medicina Genómica, México, D.F.

Asistente de Edición

L. C. C. Roberto Carlos Martínez Trujillo

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

Fernando Covián Mendoza

M.C. Cederik León De León Acuña

Diseño

L. C. C. Roberto Carlos Martínez Trujillo

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

Correctores

Frida Angela Sosa Ruiz

Edén Sarai Barrales Martínez

Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

Podcast

M.C. Cederik León De León Acuña

Mtro. Luis Wence Avña

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 3, No. 18, Noviembre-Diciembre, 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, www.sabermas.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, 31 de diciembre de 2014.

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.

La Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo está cumpliendo 41 años de su fundación. Esto es un orgullo para todos los universitarios. Esta dependencia ha formado en sus aulas a cientos de jóvenes biólogos que se han insertado en el campo laboral de todo el país, incluso fuera de él. Y lo han realizado en la iniciativa privada, el sector público y la investigación. Todo ello a través de una sólida formación académica y compromiso con el trabajo.

La Facultad también se destaca por el volumen y nivel de investigación que se realiza en diversos campos. La investigación en la Facultad versa sobre diversos aspectos, desde la zoología, la botánica, el manejo de recursos ambientales, la ecología, la microbiología, la micología y un largo etcétera. Es tan diversa y compleja por que su materia de estudio es así de compleja y... diversa.

Y este número de Saber más intenta reflejar de alguna manera esa riqueza. Es imposible, por el diseño de nuestra revista, incluir todas las líneas de investigación de la Facultad, de manera que hemos escogido algunos ejemplos solamente. Así nos encontraremos con una investigación tipo CSI, pero de plantas, con un viaje al herbario de la Facultad, muy completo. Nos hablan en el artículo de su origen, de su acervo y su significado para ir describiendo el paisaje de Michoacán y el Centro del país a través de sus plantas.

También tenemos un artículo sobre aves y la propia colección de la Universidad Michoacana, su historia y lo que a partir de ellos conocemos de las aves de México. Otro artículo hace énfasis en la vida pasada y la imagen creada a través de los fósiles, por el grupo de trabajo de paleontología. El grupo de Biología Acuática contribuye con dos artículos, uno sobre los humedales y su función filtradora y restauradora del ecosistema. Mirar estos ecosistemas como una suerte de riñones ambientales es muy sugerente. El otro artículo habla sobre las "técnicas" o mecanismos para esconderse... de los peces de arrecife. Un artículo muy interesante para comprender la importancia y los riesgos de los arrecifes, ecosistemas muy interesantes y frágiles.

Finalmente, leeremos sobre las arañas y esos mitos que las colocan como nuestros grandes enemigos. ¿De verdad son tan peligrosas? ¿y si lo son, cuáles? Los entomólogos de la Facultad nos lo cuentan...

Esto es Saber más. Léanos, compártanos, es un viaje muy interesante y queremos que viaje con nosotros.

Dr. Horacio Cano Camacho
Editor de **Saber más**

El Herbario: los secretos que encierra una colección de plantas secas. ...o cómo ser un CSI botánico

Marlene Gómez Peralta



Las colecciones de plantas secas o herbarios, proporcionan información para conocer la identidad de una planta: la persona que la nombró; sus características; nombre común; lugar donde crece; tiempo en que florece y da frutos; observaciones sobre su abundancia o escasez; y para algunas plantas, el uso que se les da en determinado lugar. Tiene diferentes fines, desde dejar constancia del ejemplar de una especie que se investiga, como prueba de su existencia, hasta resolver un caso policiaco, como el narrado por Agatha Christie en su novela *Némesis*, donde la evidencia es una planta creciendo donde no debía.

Además de la información de las plantas, también provee información de las personas que las han recolectado: el nombre, la fecha y los lugares que han explorado. Todo esto es la escena perfecta para saber los secretos de las plantas y conocer los caminos que los naturalistas han seguido a través del tiempo.

Un herbario, no siempre ha sido una colección de plantas secas, en la Edad Media, era un libro, generalmente con dibujos de plantas (Figura 1) e incluso de animales y minerales. Muchas veces hacía referencia a sus usos medicinales, con información similar a la de los herbarios actuales pero indicando las propiedades curativas, lugares de recolección, formas de preparación, enfermedades que curan y contraindicaciones y fue el antecedente del libro impreso como lo conocemos ahora.



Figura 1. La mandrágora (*Mandragora officinalis*). Ilustración de un herbario medieval alemán. http://www.dipbot.unict.it/erbario_es/erbari_fi.html

En México, el equivalente de los herbarios europeos, fue el *Códice de la Cruz-Badiano*, escrito después de la conquista española, primer documento formal en donde se representan plantas americanas, específicamente mexicanas (Figura 2). Es la fuente más antigua donde los botánicos pueden encontrar figuras de plantas y aunque está escrito en latín, tiene conceptos en náhuatl para referirse a las plantas tal y como eran conocidas por los indios.

Figura 2. *Tolhuaxihuitl*, una *Datura* (toloache). Planta sagrada en rituales, además se le usaba para aliviar dolores y reducir hinchazones. *Códice de la Cruz-Badiano*, f. 29r. (detalle). <http://www.arqueomex.com/S9N5n17Esp42.html>



La colección de plantas secas de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo o Herbario EBUM, que son las siglas con las que se le conoce internacionalmente y que significan: Escuela de Biología de la Universidad Michoacana, por que se fundó en 1977 por los maestros José Magaña y Luz del Socorro Rodríguez y un grupo de alumnos entusiastas que recuperaron el patrimonio de plantas de los primeros naturalistas de Michoacán, colecciones con las que se inició el EBUM, apoyados por un eminente botánico, el Dr. J. Rzedowski.

Esta primera colección, tuvo muchas ubicaciones, desde el antiguo Herbario del Museo Michoacano, la Casa de Cristal, Los Laboratorios Centrales de la Universidad Michoacana (dependencias desaparecidas en la actualidad) y en la Escuela de Farmacobiología.

Es ésta, nuestra escena de investigación, con la información de casi 27, 000 ejemplares botánicos entre plantas, hongos y líquenes, que los recolectores documentaron para cada ejemplar y que nos habla de las exploraciones botánicas en Michoacán, principalmente.

Con la información que guardan las plantas del herbario podemos seguir los pasos a través del tiempo de botánicos destacados de principios del siglo XX, como son Manuel Martínez Solórzano y el fraile Arsène, de los que se encuentran ejemplares que se han conservado cuidadosamente desde hace más de cien años, hasta la actualidad; donde destacan los maestros Xavier Madrigal Sánchez y Fernando Guevara Fefer, como los principales colectores del EBUM.

La planta más antigua que existe en el herbario se recolectó por Manuel Martínez Solorzano en 1901, en los jardines del Colegio de San Nicolás en Morelia y fue casualmente, una planta de marihuana (Figura 3). De este naturalista, se conservan 993 ejemplares de plantas y algunos líquenes, del periodo de 1901 a 1923, principalmente de localidades cercanas a Morelia como San Miguel del Monte y Jesús del Monte; en las haciendas La Huerta, El Rincón, La Soledad; el Bosque de San Pedro (actualmente Bosque Cuauhtémoc); la Loma de Santa María y la del Retajo; en montañas como el Quinceo, Cerro Azul y en la propia ciudad. Además de otras localidades del estado y de otros estados de la república. Con información valiosa de sitios que actualmente están urbanizados.



Figura 3. Ejemplar de Martínez Solórzano, planta de marihuana (*Cannabis indica*), etiqueta con su caligrafía.

Por otra parte, las plantas del herbario también nos hablan de los pasos por México del Fraile Arsène Gustave Joseph Brouard, francés que radicó en México de 1906 a 1914, se encuentran algunas de sus colectas (Figura 4) de 1906 a 1908 de Puebla y las que realizó durante su estancia en Morelia, en montañas como Quinceo, Punhuato, Coronilla, Cerro Azul, así como en la Loma de Santa María, Jesús del Monte, San Miguel del Monte y en las haciendas de Morelia, entre otras localidades, en 1909. Sus ejemplares suman un total de 451 y entre éstas también se encuentran musgos que colectó en Francia y España entre 1904 y 1905.

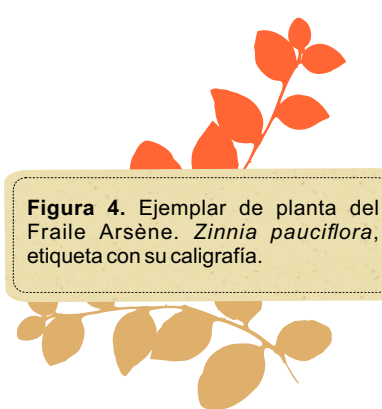


Figura 4. Ejemplar de planta del Fraile Arsène. *Zinnia pauciflora*, etiqueta con su caligrafía.



Estas plantas que se han conservado como un tesoro histórico para los botánicos, que nos narran los pasos de estos naturalistas, además nos hablan de la flora que se encontraba a principios del siglo XX en lugares que el crecimiento de Morelia hizo desaparecer y que en ese tiempo eran áreas verdes o haciendas. También pueden orientar a un detective botánico para que investigue cuáles especies han desaparecido de la escena ambiental y cuáles aún forman parte de la vegetación y responder preguntas como: Qué plantas han sido afectadas por el desarrollo urbano y los cambios ambientales ocurridos de ese tiempo a la fecha.

Ahora la colección de plantas secas nos trasladarán a épocas más recientes y a otras escenas ambientales, siguiendo los pasos de los maestros Xavier Madrigal Sánchez y Fernando Guevara Fefer, los principales colectores de plantas del EBUM, por el número de ejemplares que de ellos se encuentran y que suman miles de plantas.

La memoria de estas plantas, nos cuenta que el Maestro Xavier Madrigal-Sánchez, durante más de 30 años, “de aquellos campos michoacanos, no ha dejado ni una flor”, retomando lo que su compañera de vida dice, pues, ha explorado y recolectado plantas principalmente del estado, desde los bosques del oriente, la meseta purépecha, la cuenca de Pátzcuaro, el bajío, la tierra caliente hasta la costa michoacana y por supuesto en la sierra madre del sur, donde están sus orígenes, Tumbiscatío; así como en Morelia, donde ha vivido la mayor parte del tiempo. Los ejemplares de plantas (Figura 5), registran sus correrías botánicas desde el año 1977 hasta la fecha y nos dicen que además de Michoacán, pasó por Aguascalientes, Nuevo León, Nayarit, Oaxaca, Querétaro y Sinaloa.

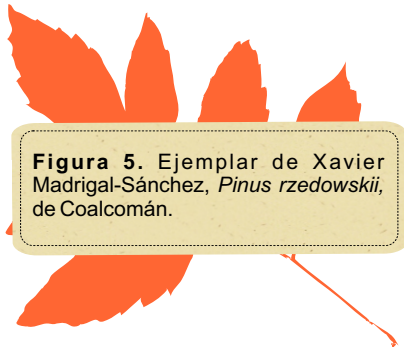


Figura 5. Ejemplar de Xavier Madrigal-Sánchez, *Pinus rzedowskii*, de Coalcomán.

También, nos cuentan del maestro Fernando Guevara Fefer, un botánico bohemio y contestatario, importado desde el Distrito Federal, que desde su arribo a estas tierras en 1978, durante 31 años anduvo entre poemas y plantas del bajío y el occidente, la sierra madre del sur a la costa y la tierra caliente, donde se enamoró de los copales (Figura 6). Anduvo poco en la meseta purépecha, prefería el calor. Sus pasos, que todavía parecen oírse en el edificio “L” de ciudad universitaria, recorrieron 22 municipios de Michoacán, además Guanajuato y Guerrero y han dejado como testamento un importante patrimonio botánico.

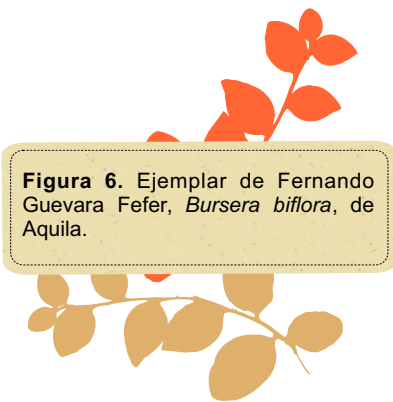


Figura 6. Ejemplar de Fernando Guevara Fefer, *Bursera biflora*, de Aquila.



Fotografía: Víctor Manuel Gómez Reyes.

Para Saber Más:

Aurora, M.A. 2006. La imprenta renacentista y el nacimiento de la ciencia botánica. El herbario medieval. Publicación: Alicante. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. En: <http://www.cervantesvirtual.com/obra/la-imprenta-renacentista-y-el-nacimiento-de-la-ciencia-botnica-0/>

Chávez C., M. A. y M. Gómez-Peralta (Coords.) 2012. Memoria de las plantas, pasado y presente del Herbario de la Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Comisión institucional para la Conmemoración del Bicentenario de la Independencia y el Centenario de la Revolución Mexicana, Instituto de Investigaciones Históricas. Morelia, Mich. 209 pp. ISBN 978-607-424-369-7.

Turner, G. 2007. El Códice de la Cruz-Badiano y su extensa familia herbaria. Anadamo.68:109-122. En: http://www.estudioshistoricos.inah.gob.mx/revistaHistorias/wp-content/uploads/historias_68_109-122.pdf

Página electrónica del Herbario de la Facultad de Biología (EBUM), UMSNH. <https://sites.google.com/site/herbarioebum>

La Biol. Marlene Gómez Peralta es Profesora Investigadora del Herbario de la Facultad de Biología (EBUM), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



¿CÓMO CREES QUE ERA MORELIA EN LA EDAD DE HIELO?

María Luisa García Zepeda y
Alejandro Hiram Marín Leyva



Cuando escuchamos sobre la era de hielo rápidamente nos remontamos al mundo del cine y recordamos un grupo de tres animales como Manny, un gigantesco mamut, Sid, un perezoso de tierra y Diego, un tigre dientes de sable. Por azares del destino unen sus vidas en una migración hacia el sur en busca de un lugar más confortable para vivir.

Desde luego, estos personajes son parte de una historia animada, pero que pensarías si te dijera que hace aproximadamente 20,000 años, durante el momento más frío de la última glaciación nuestro país y sobre todo la zona centro del mismo, donde se incluye Michoacán, eran el sitio de tránsito o refugio de muchas especies de grandes mamíferos que vivieron en la edad de hielo, ya que la mayoría de los lagos y cuerpos de agua que existen hoy en día, existían en ese entonces y era alrededor de ellos donde los animales se reunían, ya que la mayoría de los grandes mamíferos dependen de fuentes de agua permanentes para beber.

¿Pero cómo sabemos eso, acaso tenemos algún tipo de máquina del tiempo?

Las evidencias que nos indican cómo era el ambiente en el pasado son los fósiles (que es toda evidencia de vida del pasado que tiene más de 10,000 años) y en Michoacán tenemos un gran número de sitios con restos fósiles y la mayoría son de la edad de hielo.

Ahora sabemos que los fósiles nos aportan la evidencia, ¿pero quienes los estudian? Las perso-

nas encargadas de estudiar esa información son los Paleontólogos, que se encargan de recolectar, restaurar, analizar e interpretar a los fósiles que se encuentran enterrados en los sedimentos de más 10, 000 años de antigüedad y lograr saber cómo eran los mundos pasados.



Autor Karen Carr

Ahora que ya sabemos de dónde viene la información y las personas que la investigan e interpretan, entonces regresemos a un lugar en particular de Michoacán, Morelia la ciudad capital del estado y retomemos la pregunta del título ¿Cómo crees que era Morelia en la edad de hielo?

La mayoría de las personas que habitamos esta ciudad sabemos que fue fundada hace aproximadamente unos 500 años, sin embargo, los valles cercanos ya estaban habitados por pobladores nativos de esta zona, de los cuales sólo se tiene registro de algunos cientos de años, pero si les digo que los mismo valles y montañas estuvieron habitados desde hace miles de años no por humanos,



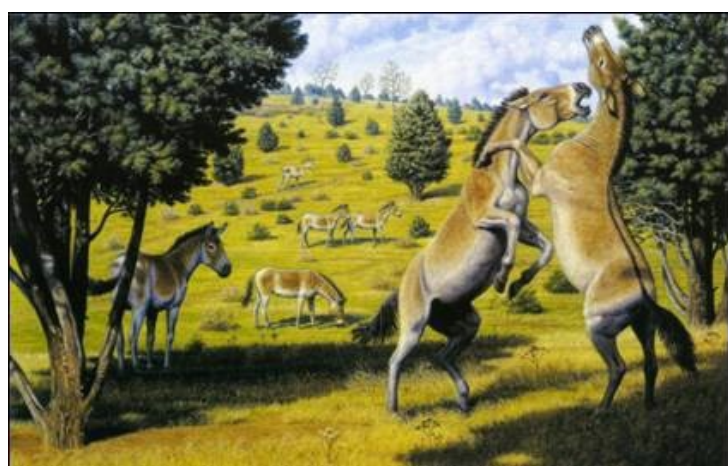
pero si por criaturas de gran tamaño cuyos restos fosilizados se han encontrado en los terrenos de la actual Ciudad Universitaria, como el mamut de Columbia, un animal más grande y pesado que el actual elefante africano. También existían grandes manadas de caballos, muy similares al actual caballo salvaje que habita en Mongolia, adaptados a todo tipo de suelos, climas y con una capacidad de incluir en su dieta todo tipo de alimentos. La única especie de esa época con parientes cercanos que aun existen en nuestro país, es el bisonte: un bóvido fuerte, resistente, robusto con la capacidad de alimentarse de diferentes tipos de plantas y que también se movía en grandes grupos. Estas tres especies (Mamuts, caballos y bisontes) son los personajes principales de nuestra historia en la Morelia de hace 20,000 años.

¿Cómo sabemos su modo de vida?

La comparación con el modo de vida de sus parientes actuales y por la forma, el tamaño y composición química de los dientes de estas especies en otros sitios de México, nos dicen que eran animales que

solían vivir principalmente en zonas abiertas con grandes pastizales, partes arboladas o boscosas más cerradas y fuentes de agua permanentes, lo que nos lleva a pensar que en la Morelia de esos días, en la zona cercana a la actual Ciudad Universitaria existían cuerpos de agua, pastizales en las zonas bajas y bosques en la zonas altas, con una temperatura 6 u 8 grados menor que el promedio actual.

Los restos fósiles que nos aportan toda esta evidencia fueron encontrados en el campus de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, siendo una de las pocas universidades con restos fósiles. De hecho solo existe un caso más: el de Somosaguas en Madrid, España, por lo que el rescate, conservación y estudio son vitales para el entendimiento de la evolución del ambiente en esta área. Las investigaciones se realizan en el Laboratorio de Paleontología de la Facultad de Biología en colaboración con el Instituto Nacional de Antropología e Historia y la Universidad Nacional Autónoma de México y están encaminadas a conocer las inferencias del tipo de dieta y hábitat de estos individuos en particular.



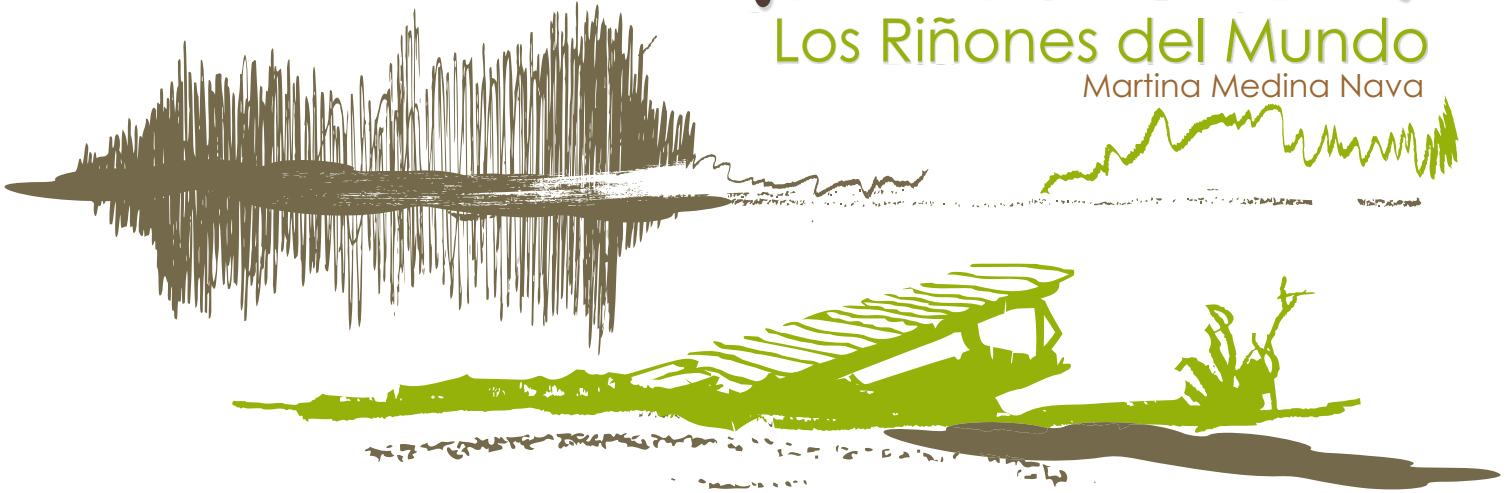
Equus altidens

La Dra. María Luisa García Zepeda es Profesora Investigadora de la Facultad de Biología del Laboratorio de Paleontología de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y El M.C. Alejandro Hiram Marín Leyva es Estudiante Pre-doctoral del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Realiza su investigación en el Laboratorio de Paleontología de la Facultad de Biología.

Humedales:

Los Riñones del Mundo

Martina Medina Nava



Considero, sin lugar a dudas, que la palabra humedal le dice poco al ciudadano común. La mayoría de la sociedad en nuestro país no está familiarizada en temas sobre funcionamiento de los ecosistemas, aunado a que es relativamente reciente que los estudiosos han vuelto su mirada en ellos.

¿Qué es un humedal?

Partiremos del hecho que menciona Mónica Herzig (considerada una autoridad mundial en el estudio de los Humedales), "los humedales están entre dos mundos que se tocan...pero que no son iguales". ¿Qué nos quiere decir? Los humedales están en la transición de un sistema terrestre y un acuático.

Durante la historia de diversas culturas alrededor del mundo, han utilizado y manejado estos sistemas, sin embargo apenas 43 años atrás, en 1971 se establece la Convención Ramsar, en Irán, los lineamientos para declarar a los humedales de importancia internacional. Ramsar es el primero de los modernos tratados intergubernamentales mundiales sobre conservación y uso racional de los recursos naturales. Estableció dentro de sus objetivos principales su protección como hábitats de importancia, especialmente para las aves. Sin embargo, con los años, la Convención ha ampliado su alcance a fin de abarcar todos los aspectos de la conservación y el uso racional, reconociendo que son ecosistemas extremadamente importantes para la conservación de la diversidad biológica en general y el bienestar de las comunidades humanas.

Durante esta convención se estableció una definición general: "áreas de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean éstas

de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, con agua estancada o corriente, dulce, salobre o salada, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros".

Sin embargo, se ha discutido mucho la definición anterior, tratando de llegar a consensos sobre una definición universal de humedal. ¿Por qué estas largas y álgidas discusiones? Debido a las diferencias en la historia natural de los paisajes, del origen geológico y en general de los procesos naturales que moldean a los sistemas acuáticos actuales, lo que hace difícil englobarlo todo en uno solo, por lo que se ha optado que en cada país se establezcan los criterios. No obstante, en cualquiera de los casos, todas giran alrededor de tres características: a) el suelo o sustrato debe ser fundamentalmente un suelo saturado de agua de manera temporal o permanente; b) debe presentar una lámina o capa de agua poco profunda o agua subterránea próxima a la superficie del terreno, ya sea permanente o temporal; y c) al menos periódicamente, el terreno debe mantener predominantemente una vegetación acuática.



El Manantial La Mintzita se encuentra ubicada a 7.5 kilómetros al Suroeste de la ciudad de Morelia, Michoacán.



Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, en el Estado de Yucatán.

Estamos hablando básicamente de sitios conocidos como zonas pantanosas, la zona de transición agua-vegetación que observamos en algunos lagos, zonas bajas de los ríos e incluso arrecifes. Por su ubicación geográfica y partiendo del hecho de la influencia del agua marina se pueden dividir en humedales continentales (lagos, ríos, manantiales) y costeros (manglares, esteros, lagunas, arrecifes).

¿Qué funciones e importancia tienen?

Si traemos a la mente una zona inundada y llena de vegetación, resulta peculiar su olor nada agradable, razón por la que fueron ignorados y desdeñados. Y es que una forma rápida de señalar su importancia es compararlo con el funcionamiento de nuestros riñones. Efectivamente la función de los riñones es “depurar” o “limpiar” los desechos de nuestro cuerpo. Los humedales llevan a cabo una serie de procesos fisicoquímicos que tienen exactamente la misma función. En ellos, la vegetación acuática constituye una trampa de desechos y sólidos suspendidos, es decir, la acumulación de materia orgánica. Otra función es la remoción de nutrientes (exceso) que son asimilados por las plantas que en ellos viven.

Además de plantas vasculares, se encuentra una gran diversidad de microorganismos que constituyen una verdadera fábrica química, causa del olor característico del que hablamos arriba, pero cuyo producto final es un agua de mejor calidad. A estos sitios los podemos también comparar como sistemas de tratamiento de agua, ya que además proveen de otros servicios ambientales: control de inundaciones, almacenamiento de agua, mantenimiento del hábitat, control de erosión. Podemos identificar los bienes que derivan del manejo de estos sistemas: contienen especies de valor cinegético, poblaciones de peces, abrevaderos, agua para uso doméstico y agrícola, reservorio genético, corredores ecológicos, esparcimiento.

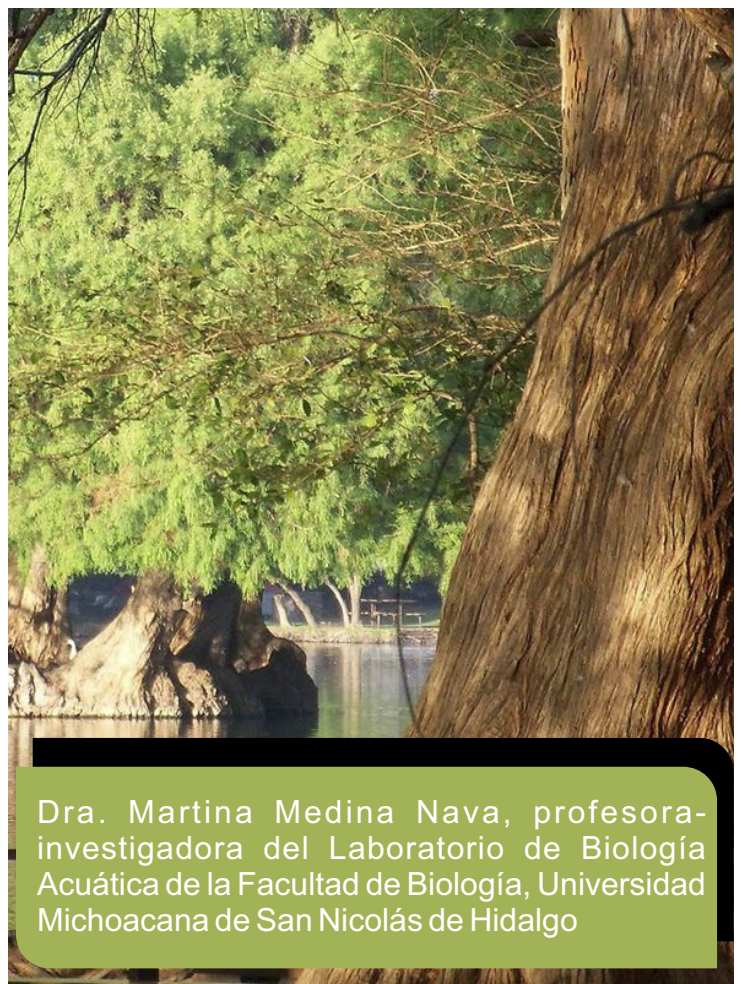
¿México cuenta con estos “riñones” de la naturaleza?

La respuesta es sí. México se adhiere a la Convención Ramsar a partir del 4 de noviembre de 1986, se declara como primer sitio a la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, en el Estado de Yucatán. Desde 1986 y a partir del 5 de marzo de 2003, la CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) es la autoridad administrativa Ramsar en México.

¿Cuántos hay en México y en particular, en Michoacán?

De acuerdo a CONANP, México ha contribuido a la meta de Ramsar para 2013 con 142 sitios y cerca de 9 millones de hectáreas. Es importante resaltar que cerca del 30% se concentran en el sureste de México, la gran mayoría en la zona costera. ¿Qué tenemos en Michoacán? Se han decretado nueve, de los cuales cinco son continentales: el Lago de Chapala que se comparte con el estado de Jalisco, Humedales del Lago de Pátzcuaro, Laguna de Zacapu, Alberca de los Espinos y La Mintzita. Los cuatro restantes son costeros: Playa tortugera de Mexiquillo, Playa Maruata, Colola y Laguna costera el Caimán.

aguas, se valoran como zonas importantes para el refugio de aves migratorias y de reproducción para peces. Podemos seguir señalando otras ventajas y servicios de estos “riñones de la naturaleza”, pero por cuestión de espacio debemos de concluir. Únicamente resta enfatizar la necesidad de seguir divulgando los avances en el conocimiento de nuestros ecosistemas, como los humedales, que fueron ignorados por siglos. Ahora que se ha vuelto la mirada de la ciencia en ellos, debemos aprovechar el conocimiento generado, para en el día a día tomar conciencia y acciones que permitan la continuidad de las funciones y servicios que nos proveen los “riñones de la naturaleza”.



A partir del conocimiento del funcionamiento de los humedales, diversos investigadores en México se han dado a la tarea de construir humedales artificiales en zonas rurales. Esto con la finalidad de que sirvan como sistemas de tratamiento de agua residuales y con la ventaja que utilizan diferentes especies de vegetación acuática nativa. Ejemplo de esta aplicación la tenemos en Michoacán, donde se han construido en las riberas del lago de Pátzcuaro en el poblado de Cucucucho y en Capacho para el lago de Cuitzeo.

Además de servir como sistemas de depuración de

Dra. Martina Medina Nava, profesora-investigadora del Laboratorio de Biología Acuática de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

U.M.S.N.H.

Portada

Temores, rumores y realidades: ¿Qué tan peligrosa es la mordedura de una araña?

Javier Ponce Saavedra



A cualquier persona a la que preguntemos acerca de su conocimiento sobre los arácnidos, seguramente nos hablará de algunas arañas y las relacionará con veneno y peligro o daño a la salud, generalizando esta relación. Lo anterior no es completamente cierto, pero es el reflejo de la imagen que de estos arácnidos tiene la mayoría de las personas; sin embargo hay varias cosas que conviene saber acerca de estos interesantes animales y su potencial peligro para el humano, con la finalidad de tener mayor información sobre lo que realmente pueden representar en términos de afectación para la salud humana.

Las arañas (Figura 1) son artrópodos pertenecientes a la clase Arachnida, la cual incluye también otros animales famosos como los alacranes o los ácaros, además de otros no tan conocidos como los Amblypygi, llamados “tendarapos”, “tenanches”, “corazones” o “arañas reales” (Figura 2), dependiendo de la región del país de que se trate, o los Solífugos que en varias zonas de nuestro Estado se conocen como “madres de alacrán” (Figura 3). Las arañas se pueden identificar con facilidad por las siguientes características: a) Están formados por un cefalotórax (cabeza y tórax unidos) en donde se portan ocho patas y, b) El cefalotórax se une por medio de una constricción o “cintura” a un abdomen, el cual en la parte posterior porta unas estructuras semejantes a pequeños tubos y que se llaman “hileras” o “espineretas” las cuales conectan a glándulas especializadas para producir seda.



Fotografía de Javier Ponce-Saavedra.

Figura 1. *Nephila clavipes* (familia Nephilidae). Especie de araña cosmopolita pero muy abundante en la zona de Uruapan, Michoacán.



Fotografía de Ana Quijano-Ravell.

Figura 2. *Acanthophrynus coronator*. Especie de Amblypygi (“tendarapo”) común en la tierra caliente y costa de Michoacán.



Fotografía de Ana Quijano-Ravell.

Figura 3. Solífugo de la familia Ammotrechidae conocido como “madre de alacrán” encontrado en la ciudad de Morelia, Michoacán.

¿Son todas las arañas venenosas?

En general se sabe que las arañas son animales depredadores activos, lo que significa que deben cazar para poder alimentarse. En la gran mayoría de las arañas, en el cefalotórax en su parte más anterior hay un par de “colmillos” (los quelíceros), que están asociados a glándulas productoras de veneno (excepto la familia Uloboridae que no tiene glándulas de veneno). Los componentes del veneno son responsables de inmovilizar a las presas y también de iniciar el proceso de digestión al producirse un efecto de “licuado” de los tejidos de la presa antes de ser ingerida, lo que se logra gracias a un conjunto de enzimas que forman parte del complejo bioquímico que forma el veneno.

Los compuestos responsables de inmovilizar o matar a las presas, les llamamos “toxinas” y también pueden desatar reacciones alérgicas o envenenamiento en los seres humanos cuando accidentalmente la araña inyecta su veneno en una acción defensiva al sentirse agredida. Por supuesto que las arañas no han “diseñado” un veneno para atacar a los seres humanos, su toxicidad a mamíferos es producto de muchos años de evolución que han llevado a que se seleccione cierta composición química en los venenos de las arañas que les permite ser buenas cazadoras; pero también buenas para defenderse de sus depredadores, muchos de ellos vertebrados y por supuesto entre ellos algunos mamíferos. Este mecanismo de selección lleva a que en algunas arañas encontremos toxinas con efecto importante sobre mamíferos y por tanto también para nosotros, los humanos como mamíferos que somos.



¿Cuáles son las toxinas de las arañas?

Los especialistas en bioquímica utilizan nombres para los diferentes componentes de los venenos de araña, para la mayoría de nosotros difíciles de leer y de aprender, por lo que los manejaré de manera general en función del efecto que causan en los seres humanos como: Toxinas de efecto neurotóxico, para aquellas que causan daño al Sistema Nervioso Central; toxinas de efecto dermonecrotico, para las que provocan que los tejidos se descompongan y mueran formando zonas de tejido muerto llamadas “necróticas”; y toxinas con efecto hemolítico, que son aquellas que provocan destrucción de las células de la sangre, particularmente de los glóbulos rojos.

¿Todas las arañas tienen este tipo de toxinas peligrosas para los humanos?

Se conocen actualmente más de 40,000 especies de arañas en el mundo y sólo unas pocas realmente representan un problema para la salud de las personas, aunque muchas pueden provocar problemas en la piel o alguna reacción alérgica a su mordedura. En general se pueden mencionar en América dos grupos de especies que son de importancia médica, es decir que causan problemas que pueden comprometer la vida de las personas y éstas son:
El grupo de las arañas



Figura 5. *Latrodectus mactans*, araña “capulina” o “viuda negra” (familia Theridiidae), la especie más famosa entre las arañas venenosas.

“pardas”, “rinconeras” o “violinistas” (Figura 4), que pertenecen al género *Loxosceles* de la familia Sicariidae y que se sabe tiene especies de importancia en Estados Unidos, México, Centroamérica, islas del Caribe y Sudamérica. Las toxinas de este tipo de arañas son fundamentalmente de efectos necróticos

cos y provocan serias heridas que van destruyendo el tejido en el área de la mordedura y también en otras zonas del cuerpo ya que tiene lo que se conoce como efecto sistémico. Esto significa que las toxinas pueden tener efecto en sitios diferentes a donde ocurre la mordedura al desplazarse en el torrente sanguíneo, lo que puede incluso provocar problemas intravasculares, en riñones u otros órganos hasta llegar a ocasionar la muerte. De este género se conocen más de 50 especies de las cuales al menos 40 están en México. Son arañas que viven en campo bajo piedras, cortezas u objetos que se encuentran tirados. En casas se encuentran en los rincones (de ahí su nombre), grietas o entre cosas que se encuentren acumuladas por largo tiempo. Son tímidas y generalmente se mueven poco.

Figura 4. *Loxosceles reclusa* (familia Sicariidae) especie que produce daño en los tejidos y sangre de las personas a las que muerde.



Fotografía tomada de arachnoserver.org

El otro grupo de arañas de importancia médica son las arañas del género *Latrodectus* de la familia Theridiidae, conocidas como arañas “capulina” o “viuda negra” (Figura 5). Hay dos especies muy importantes en Norteamérica, la típica araña completamente negra con una mancha ventral roja o anaranjada con forma de reloj de arena (con variantes de color en el abdomen que van desde una pequeña mancha rojiza hasta bandas rojas) y que corresponde a la especie *L. mactans*. La otra especie, *L. geometricus* (Figura 6), son arañas de color más pardo (cafesosas). Estas arañas poseen en su veneno toxinas con efecto neurotóxico por lo que los síntomas de su mordedura, además de un fuerte dolor localizado en el área mordida, espalda y el abdomen, se aprecian en alteraciones importantes en el ritmo respiratorio, sudoración excesiva y afectaciones en ritmo cardiaco y control muscular. Éstas son manifestaciones del efecto del veneno sobre los neurotransmisores, los cuales son sustancias que permiten se comuniquen correctamente las señales químicas entre las células nerviosas.



Fotografía tomada de www.spiders.us.

Figura 6. *Latrodectus geometricus*, la “viuda café” (Familia Theridiidae), la otra viuda.

Las “viudas” son arañas de las que se encuentran especies en prácticamente todo el mundo, siendo *L. mactans* una especie que se adecúa con facilidad a vivir en hábitculos humanos y construcciones, por lo que se dice que es una especie “antrópica” porque normalmente coexiste sin problemas con los humanos. Esto fácilmente lo comprobamos si recordamos dónde hemos visto arañas “capulinas” y seguramente las ubicamos en nuestras casas en sitios muy protegidos como los registros de luz o agua, debajo de los cilindros de gas, detrás de los calentadores de agua, etc. En campo son comunes bajo piedras. Al igual que *Loxosceles*, las arañas “capulinas” son tímidas y la mayor parte del tiempo la pasan en sus refugios.

Afortunadamente ya existen antivenenos específicos que contrarrestan efectivamente las toxinas de estos dos grupos de arañas, por lo que un diagnóstico acertado y un tratamiento a tiempo evitarán que una mordedura pase más allá de efectos menores localizados en el área de la mordida.

Otras arañas que se sabe provocan problemas de importancia, son algunas especies del género *Steatoda* de la misma familia que las “viudas negras” y con efectos parecidos pero menos severos. En México tenemos especies de este género. Algunas especies del género *Phoneutria* de la familia Ctenidae se conocen como “arañas bananeras” y tienen toxicidad muy alta (hasta 20 veces más poderosas que una viuda negra), viven en Costa Rica, Perú, Argentina y Brasil. Las llamadas “arañas de túnel” que viven en Australia y de la cual existen casos comprobados de muertes debidas a su mordedura, son otro grupo importante pero están confinadas a ese continente. En México hay varias especies de arañas de la familia Agelenidae que hacen telas en forma de túnel (Figura 7), entre éstas se incluyen las agresivas especies del género *Tegenaria*, que se les ha creído peligrosas, pero que no son de importancia como sus similares australianas.

Se han hecho varios experimentos con muchas especies de arañas de las que se sospechan toxinas que pueden causar daño al humano, principalmente de tipo necrótico; sin embargo, no hay evidencias suficientes como para aumentar la lista de arañas de importancia médica en el mundo. Hay muchas otras especies con toxinas que pueden provocar dermatosis o dermonecrosis como el género *Cheiracantium* de la familia Miturgidae, o efectos neurotóxicos como los provocados por el género *Lycosa* de la familia Lycosidae, pero que no comprometen la vida de la persona mordida.



Figura 7. Araña del género *Tegenaria* (familia Agelenidae) que construye redes de túnel. Esta especie es común en el área de la ciudad de Morelia. Fotos de Rolando Teruel Ochoa.

Considerando la información que hemos manejado, es claro que son muy pocas las especies de arañas que pueden ser un peligro para la vida humana y son muchos miles de especies las que no representan un riesgo para la salud y en cambio, son muy importantes reguladores de poblaciones de insectos y otros arácnidos en los sistemas ecológicos en que habitan, incluyendo nuestras casas.

Para saber más:

<http://curiosidades.batanga.com/5428/como-identificar-una-arana-venenosa>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Araneae>

<http://www.muyinteresante.com.mx/preguntas-y-respuestas/723254/arana-mas-venenosa-del-mundo/>



Dr. Javier Ponce Saavedra

Es académico en la Universidad Michoacana desde 1980, actualmente Profesor-Investigador Titular “B” adscrito a la Facultad de Biología, Coordinador del Laboratorio de Investigación en Entomología “Biol. Sócrates Cisneros Paz” y profesor integrante del Núcleo Académico Básico de los Programas Institucionales de Maestría y Doctorado en Ciencias Biológicas. Es Aracnólogo, especialista en alacranes, ha descrito 12 especies de los estados de Michoacán, Guerrero, Jalisco, Colima y Oaxaca.



HABLEMOS DE LAS AVES DE MICHOACÁN

José Fernando Villaseñor Gómez y
Laura E. Villaseñor Gómez



Es de mañana y aún no sale el sol... Entre los sonidos comunes de las primeras horas del día se distinguen algunos cantos de aves ¡que ansiosas esperan los primeros rayos de luz! Esos compañeros de nuestros amaneceres, han sido por muchísimo tiempo los testigos del devenir del tiempo y ocupan un lugar en nuestro planeta desde mucho tiempo antes de que el hombre existiera como tal.

Para nosotros, las aves tienen significados diversos y les damos múltiples atribuciones, como parte normal y cotidiana de nuestras vidas. Por ejemplo, ¿Quién no ha comido unas enchiladas con pollo o con huilota, como se hace en la tierra caliente de Michoacán, o un mole de guajolote que se prepara en ocasiones de bodas y celebraciones especiales? ¿Cuántas de nuestras abuelitas tenían en sus pasillos o jardines, jaulas con pájaros cantores que parecían mantener una competencia diaria para ver quien cantaba más?

De igual forma, todos podemos decir que conocemos una canción que hable sobre algún tipo de ave o que haga referencia a ellas, como es el caso de las “dos palomas”, “el gavián”, “las golondrinas”, y aún las “mañanitas” que cantamos para celebrar santos y cumpleaños de alguien querido. Culturalmente, las aves han tenido un significado especial, como símbolos de poder político y religioso, representado deidades y siendo elementos centrales de leyendas y mitos derivados del conocimiento de su historia natural. Ejemplos de su importancia en las sociedades son las manifestaciones artísticas de arte mediante el empleo de plumas, asimismo se han usado éstas como moneda de cambio y las toponi-

mias referentes a nombres de aves asignados a diversas localidades geográficas (por ejemplo, “Tzintzuntzan” o lugar de colibríes, en la ribera del lago de Pátzcuaro). En el aspecto económico, son importantes los ingresos derivados de la producción a gran escala de especies domesticadas, la cacería y la observación de las aves.

Estos seres que comparten nuestro ambiente en las ciudades, en las áreas rurales y en el campo, representan al grupo más numeroso y diverso dentro de los vertebrados terrestres. Las características que las distinguen de los otros vertebrados, son que presentan plumas, carecen de dientes y en su lugar tienen un pico resistente y sus extremidades anteriores se presentan en forma de alas que les permiten volar y en algunos casos nadar. Su distribución abarca todos los ambientes de nuestra tierra y buen número de ellas realizan migraciones estacionales, que implican sortear retos y amenazas en los territorios por los que se desplazan.

Las aves presentes en el estado de Michoacán son tan diversas, que nuestro estado es considerado como el quinto más rico de la República Mexicana, después de los estados de Oaxaca, Veracruz, Chiapas y Puebla; de acuerdo a los estudios realizados en los últimos 30 años por investigadores de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), se sabe que de las 1,060 especies existentes en México, 561 especies se encuentran presentes en el Estado de Michoacán, que de acuerdo con su clasificación científica, pertenecen a 77 familias y 24 órdenes diferentes.



Chipe ceja dorada (*Basileuterus belli*), especie residente característica de los bosques de coníferas del centro de México.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que es el documento en el que se determinan las especies nativas de flora y fauna silvestres de México que se encuentran en riesgo, 95 especies de la avifauna michoacana (17%) están consideradas bajo alguna categoría de riesgo: 16 de éstas se consideran en peligro de extinción, 29 en la categoría de amenazadas y 50 están sujetas a protección especial.

¿Cómo hemos logrado tener este conocimiento sobre ellas?

Desde el Siglo XVI, después del descubrimiento de América y el establecimiento de muchas colonias en el mundo, en Europa eran muy importantes los museos en donde se estudiaban, describían y clasificaban los seres vivos, tanto de Europa como de lugares distantes. En ellos se formaron colecciones científicas que tenían representados ejemplares de animales y plantas, y que se constituyeron como los lugares de investigación por excelencia de los naturalistas de aquel tiempo.

Las aves mexicanas fueron estudiadas por naturalistas de diversos países europeos, a través de varias expediciones que se encuentran documentadas, además de investigadores estadounidenses, quienes colectaron numerosos ejemplares que en la actualidad se encuentran depositados en colecciones de diversas partes del mundo. Particularmente, los primeros ejemplares conocidos para Michoacán datan del año 1863 y fueron obtenidos en localidades de la costa michoacana, por el Capitán John F. Xantus, cuando ocupaba un puesto militar del Gobierno de los Estados Unidos de América en las vecindades del Estado de Colima; estos ejemplares

están en las Colecciones del Museo Smithsonian en Washington D.C.

No fue hasta el año de 1977, que en la Escuela de Biología de la UMSNH se establecieron los primeros grupos de investigación, formados por profesores y estudiantes interesados en aprender y conocer sobre los diferentes grupos de plantas y animales, siendo director de la Escuela el Biol. Sócrates Cisneros Paz. La Colección Ornitológica (que en la actualidad cuenta con más de once mil ejemplares de aves y se considera el tercer acervo más importante del país), se inició en 1978, bajo el liderazgo del Biol. Francisco Méndez García y continuó posteriormente bajo la coordinación de la M.C. Laura E. Villaseñor Gómez. A partir de 1994, el énfasis del estudio de las aves se enfocó en actividades de monitoreo de poblaciones, anillado, observación y conteos, en actividades de educación ambiental y el enfoque de los proyectos se diversificó de manera importante.



Cabeza de Aguillilla cola roja (*Buteo jamaicensis*), una de las especies de aves rapaces más comunes en Michoacán.

Fotografía de Juan Carlos Pérez Magaña



La Tangara cabecirroja (*Piranga erythrocephala*), es una especie residente que sólo se encuentra en las montañas del centro y norte de México.

Los inventarios biológicos logrados a través del trabajo de investigadores constituyen la información básica en la que se sustentan y justifican la toma de decisiones referentes a acciones de conservación y manejo de los ambientes naturales. Se puede considerar que el grupo de las aves es uno de los mejores conocidos en Michoacán; sin embargo, es necesario complementar los trabajos en la Sierra Madre del Sur y las sierras cercanas a la costa de Michoacán, que son las áreas menos conocidas hasta ahora. Por otra parte, es necesario conocer más detalles sobre la sensibilidad de las especies, su uso tradicional, o su importancia como especies indicadoras. Este es el caso de las especies cinegéticas, algunas que se aprovechan legal e ilegalmente como aves canoras y otras que son sensibles a la pérdida de su hábitat.

Fotografía de Juan Carlos Pérez Magaña



El Chipe suelero (*Seiurus auricapillus*) es un ave migratoria que anida en Norteamérica e inverna desde México al Norte de Sudamérica.

De acuerdo con el Instituto Worldwatch, también en Washington D.C., muchas poblaciones de aves están disminuyendo en todo el mundo y podrían desaparecer muchas de las que están en peligro de extinción durante el siglo XXI. Las razones principa-

les de este problema son la modificación y pérdida de hábitat; caza excesiva; mortalidad accidental debido a las colisiones con estructuras hechas por el hombre, como torres de conducción eléctrica y generadores eólicos; captura incidental durante actividades pesqueras; contaminación; depredación por gatos domésticos; derrames de petróleo; uso de pesticidas y cambio climático. Particularmente para el oeste de México y para el estado de Michoacán, las altas tasas de deforestación de la vegetación natural constituyen la principal amenaza.

Quizá no nos hemos puesto a pensar suficientemente en la importancia práctica de su conservación. Gracias a ellas tenemos la producción de frutos debido a sus actividades como polinizadoras y dispersoras de semillas; las poblaciones de insectos son controladas por especies de aves que se alimentan de ellos; las aves rapaces mantienen a raya a los roedores que se alimentan de nuestros granos y cultivos; las aves carroñeras ayudan a la reintegración de animales muertos al sistema, solo como algunos ejemplos. Recordemos que además de todos estos servicios, las aves nos alegran con sus cantos y sus bellos colores. Tratemos de conservarlas y a mantenerlas como parte de los ambientes naturales que compartimos con ellas.

El Dr. José Fernando Villaseñor-Gómez y M.C. Laura E. Villaseñor-Gómez son profesores investigadores del Laboratorio de Investigación en Ornitología de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

PECES CRÍPTICOS

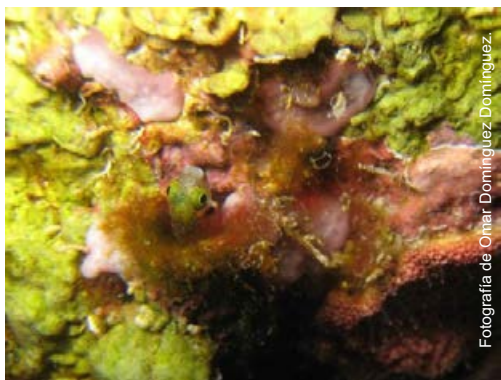
Elóisa Torres Hernández,
Carmen del Rocío Pedraza Marrón y
Omar Domínguez Domínguez

¿Conoces los peces crípticos arrecifales?

Seguramente lo primero que se te viene a la mente es que nunca habías escuchado de ellos... ¿Qué es eso de críptico? No te preocupes, incluso investigadores que se dedican al estudio de los peces marinos en los arrecifes no los ven con facilidad y en muchas investigaciones e inventarios no son tomados en cuenta... Pero, ¡sí! Ahí están y son muy importantes.

¿Cuáles son los peces crípticos?

El término críptico proviene del griego *kryptikos*, que significa oculto. Los peces crípticos o criptobénticos se caracterizan por su pequeño tamaño (en general no más de 10 cm de longitud). Se les llama así porque tienen hábitos crípticos, es decir, se mantienen ocultos o tienen una coloración similar al medio en el que habitan (Figura 1). Esta excelente capacidad de mimetizarse con el medio que los rodea, los hace difíciles de observar y por lo tanto su identificación y cuantificación es complicada. Estas características han provocado que los estudios que se realizan para conocer más acerca de estos peces sean escasos.



Fotografía de Omar Domínguez Domínguez.

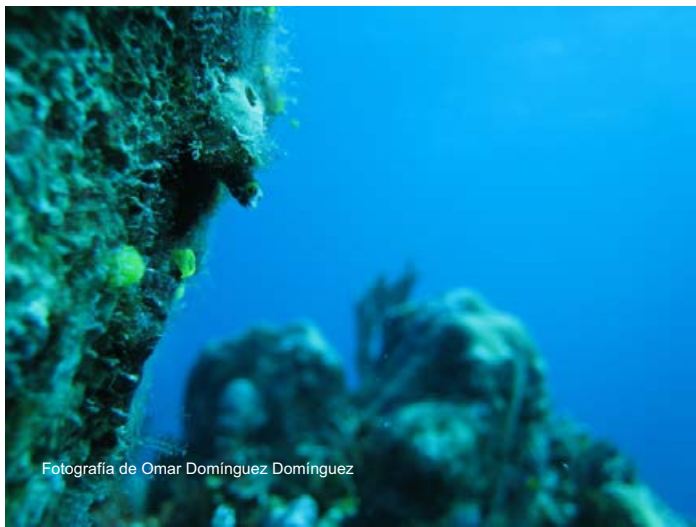
Figura 1. Blénido tubícola (Chaenopsidae) asomándose fuera de su escondite, Caribe Mexicano.

Los peces crípticos están integrados principalmente por especies pertenecientes a varias familias: Antennariidae (peces sapo), Chaenopsidae (tubícolas), Blenniidae (blénidos), Tripterygiidae (triple aleta), Labrisomidae (trambollos), Apogonidae (cardenales), Gobiocidae (chupa piedra) y Gobiidae (gobios); esta última es la familia más numerosa de peces marinos del mundo, con más de 1500 especies. Como casi todo en biología, existen excepciones a la regla, y dentro de este grupo "críptico" pueden entrar especies que no cumplan estrictamente con las características antes descritas, tal es el caso del tamaño, pues existen especies de la familia Antennariidae o Scorpaenidae (peces roca o escorpión) que pueden llegar a crecer más de 10 cm y sin embargo, son consideradas crípticas.

¿En dónde podemos encontrar a los peces crípticos?

Estos peces viven principalmente en los arrecifes rocosos y coralinos alrededor del mundo. Los podemos encontrar escondidos dentro de pequeñas oquedades, sobre corales, dentro de tubos de otros organismos como gusanos poliquetos o pueden habitar en agujeros que ellos mismos excavan en la arena. Un ejemplo de esto, son los trambollos, los cuales viven dentro de conchas vacías de balanos (Figura 2). Algunos gobios se les encuentra siempre alrededor de un tipo específico de erizo de mar. En cuanto a la posición que ocupan en la columna de agua, podemos encontrarlos en pozas de marea o en aguas someras cerca de la costa, hasta aguas muy profundas.





Fotografía de Omar Domínguez Domínguez

Figura 2. Blénido tubícola (Chaenopsidae) Caribe Mexicano.

Importancia del estudio de peces crípticos

Se ha demostrado que el estudio de peces arrecifales por medio de censos visuales, - es decir, recorrer el arrecife y contabilizar lo que la persona vaya observando-, no logra cuantificar la diversidad de peces crípticos y en muchas ocasiones se dejan de lado, subestimándose la diversidad real de un arrecife hasta en un 50%, o sea que la mayoría de los trabajos solo cuantifican la mitad de las especies que en realidad habitan dicho arrecife, esto es un gran sesgo no crees?, lo que habla de la importancia de estas especies en el arrecife.

Más aun, debido a su pequeño tamaño, baja movilidad y a que muchas de las especies que recaen en este grupo presentan cuidado parental –los machos o las hembras cuidan los huevecillos hasta su eclosión e incluso algunos cuidan a las crías-, los peces crípticos se mueven poco entre arrecifes. Muchas de las especies crípticas son endémicas de una determinada zona o región, lo cual enriquece la diversidad de los arrecifes y resalta la importancia de estas especies para la diversidad de una región.

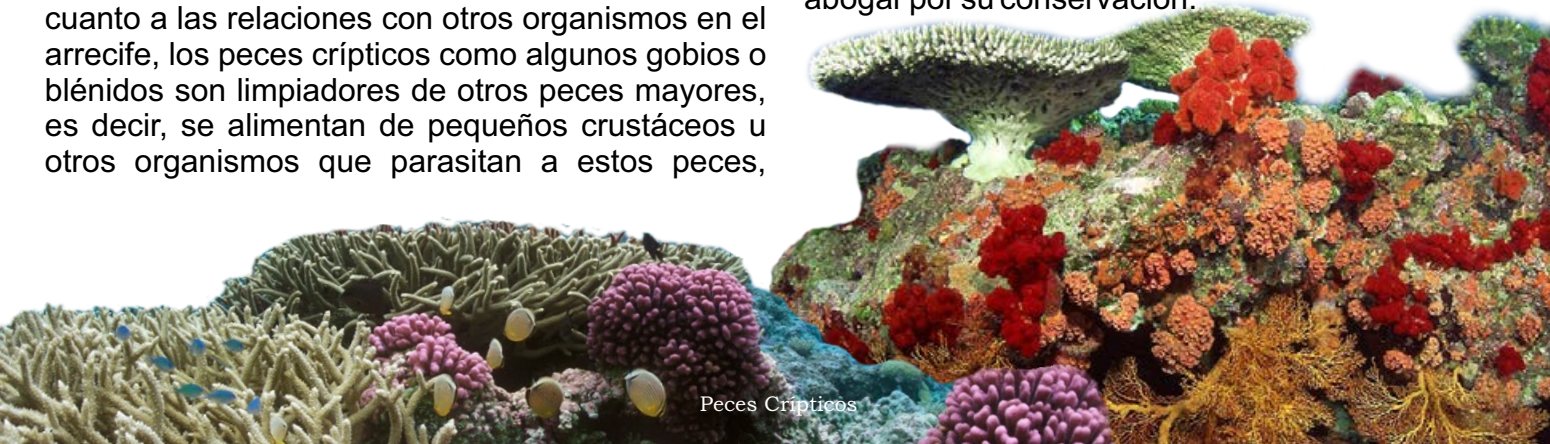
Además, tienen una importancia ecológica ya que son el eslabón entre organismos invertebrados y peces de tallas mayores o conspicuos, por lo que tienen un gran peso en la dinámica del arrecife. En cuanto a las relaciones con otros organismos en el arrecife, los peces crípticos como algunos gobios o blénidos son limpiadores de otros peces mayores, es decir, se alimentan de pequeños crustáceos u otros organismos que parasitan a estos peces,

ofreciendo así un servicio de limpieza. Otros peces crípticos, como algunos gobios, suelen establecer relaciones simbióticas con otros organismos; un ejemplo clásico es el del camarón pistola (Figura 3). El camarón pistola excava, construye y limpia la guarida en la arena en la que ambos vivirán juntos. El camarón es casi ciego, lo que lo hace vulnerable a los depredadores, por lo que siempre se mantiene cerca y en contacto con el gobo, tocándolo con sus antenas. El gobo, que tiene mejor vista, alerta del peligro al camarón mediante un característico movimiento de su cola y ambos entran rápidamente a la seguridad de su guarida. Debido a todas las características mencionadas en este texto, los peces crípticos se consideran buenos indicadores de la salud de un ecosistema marino, pues algunos son tan especialistas que algún cambio en el ambiente puede afectar de manera considerable a estos peces.



Figura 3. Asociación simbiótica entre un gobo y el camarón pistola.

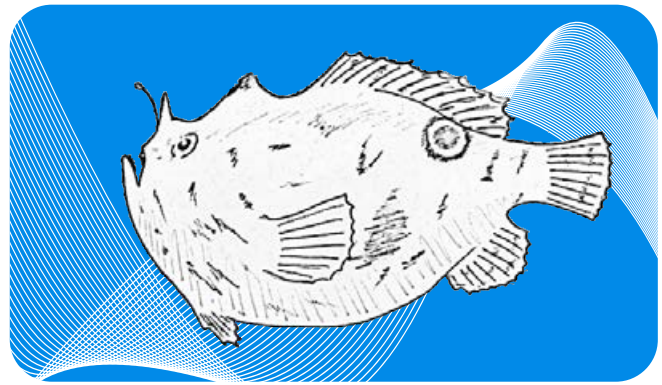
En México se tienen pocos estudios acerca de peces crípticos, por lo que queda mucho por hacer para conocer y entender esta comunidad de peces que muchas personas no saben que existe. Incluso aún se tienen muchas especies por descubrir, especies que no han sido descritas para la ciencia y que por lo tanto no existen para el hombre, por lo que, si no sabemos lo que tenemos, como podemos abogar por su conservación.



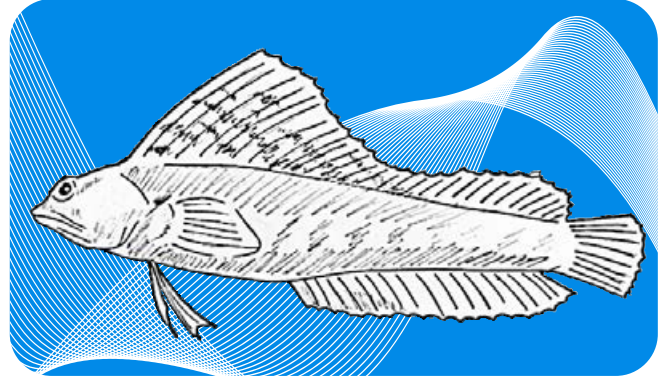
Peces Crípticos

Grupos más representativos de peces crípticos en el Caribe:

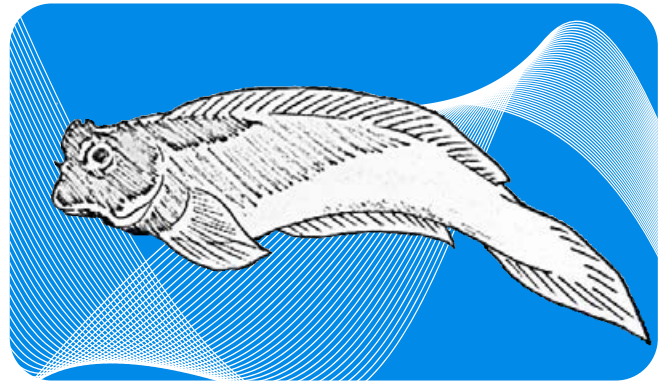
Peces sapo ó peces antena (*Antennariidae*). Estos peces se caracterizan porque sus aletas pectorales tienen la apariencia de un brazo, con una articulación en forma de codo. La primera espina dorsal está modificada en forma de caña de pescar, conocida como illicium que tiene un señuelo en su extremo llamado esca, con el cual engañan a sus presas haciéndolas creer que es una presa. Para ello mueven vigorosamente el illicium para atraer a sus presas y capturarlas. Pueden tragar presas más grandes que ellos mismos ya que su abdomen es capaz de expandirse.



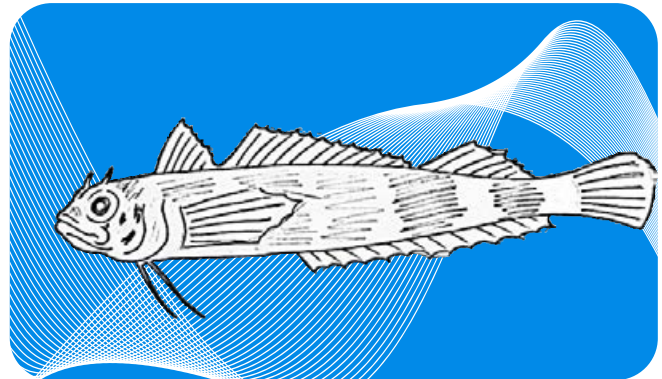
Trambollitos (*Chaenopsidae*). Los trambollitos son peces pequeños, sin escamas, su cabeza es espinosa o áspera, con cirros en las narinas, en los ojos (muy desarrollados, grandes) y algunas veces en la nuca. Buscan refugios permanentes en conchas desocupadas, o en túbulos de ciertas lombrices y moluscos. Presentan dimorfismo sexual, los machos son de colores brillantes y aletas dorsales más altas.



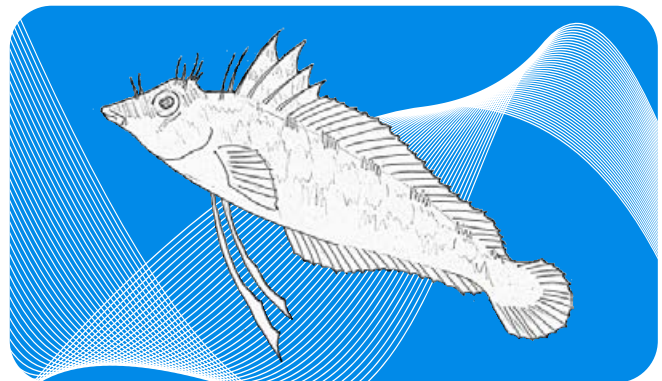
Blenios (*Blenniidae*). Algunas especies de esta familia pueden recorrer distancias cortas entre pozas de marea por lo que también se les conoce como saltarines de rocas. Presentan un cuerpo alargado, sin escamas y una aleta dorsal continua de base muy larga. Muchos tienen cirros en la narina, en la nuca y en los ojos (en algunos la forma del cirro asemeja forma de manita). Se distribuyen alrededor del mundo en aguas tropicales y cálidas templadas generalmente a una profundidad menor de 20 m.



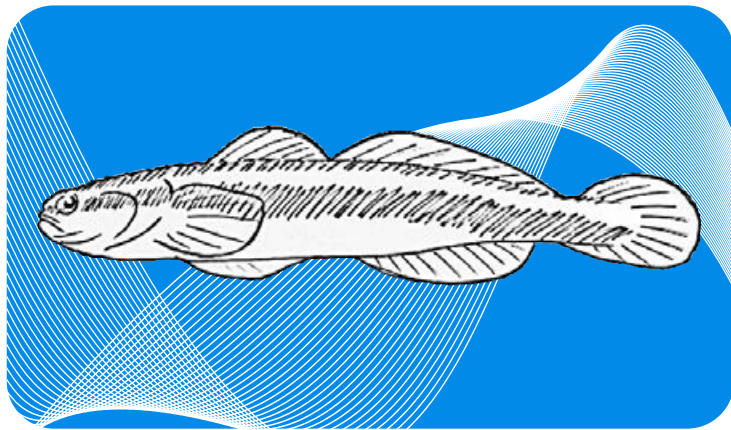
Peces tres aletas (*Tripterygiidae*). Su nombre se debe a que estos peces tienen la aleta dorsal dividida en tres partes. Presentan colores crípticos o semitransparentes. Viven en la superficie de los arrecifes, frecuentemente en áreas con vegetación, o en formaciones rocosas en el océano. Presentan dimorfismo sexual ya que los machos y las hembras de la misma especie son de colores distintos. Estos peces se pueden encontrar alrededor del mundo desde pozas de marea en la costa hasta 40 m de profundidad.



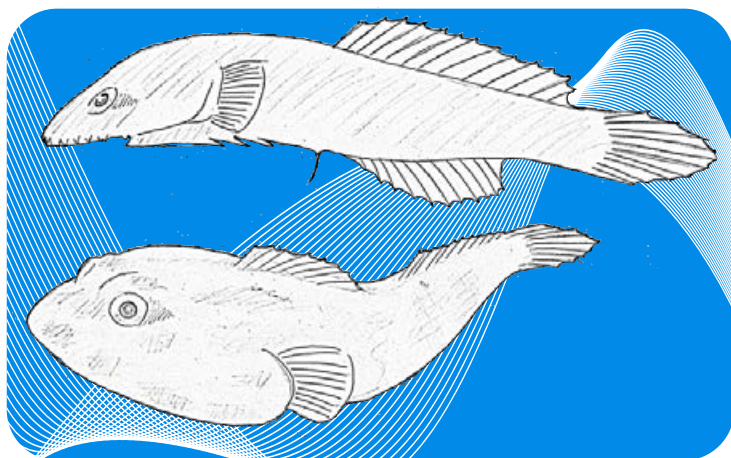
Trambollos o Chalacos (*Labrisomidae*). Estos peces tienen el cuerpo alargado y delgado con escamas en el cuerpo. La mayoría presentan una coloración críptica con el fondo. Algunas especies tienen cirros en la nuca, narinas y arriba de los ojos. Se encuentran en los mares tropicales y cálidos templados del oeste del océano Atlántico y del este del Pacífico, en arrecifes y formaciones rocosas poco profundas. Algunas especies tienen la particularidad de ser vivíparas, es decir, no ponen huevos sus crías nacen vivas como pequeñas réplicas del adulto.



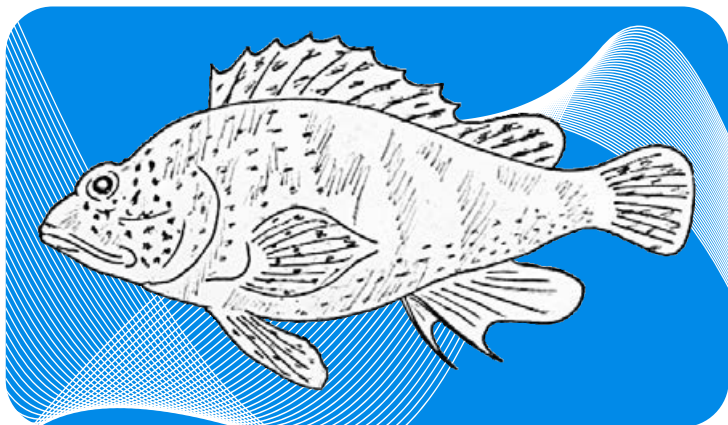
Gobios (Gobiidae). Se trata de la familia más numerosa de peces marinos del mundo, la cual comprende peces con una gran variación en tamaño, coloración y forma del cuerpo, sin embargo, la mayoría de estos son peces alargados. Las aletas pélvicas pueden estar fusionadas formando una ventosa que les ayuda a sujetarse a las piedras, por lo que son amantes de las zonas con fuertes corrientes u oleaje. Muchas de las especies se encuentran en fondos arenosos o de barro y pueden encontrarse en pozas de marea o aguas someras cerca de la orilla hasta al menos 150 m de profundidad.



Chupa piedra (Gobiesocidae). Son pequeños peces que están aplanados dorsoventralmente, carecen de escamas, secretan grandes cantidades de moco y tienen una compleja ventosa ventral situada bajo las pectorales formada por las aletas pélvicas modificadas. Esta ventosa les ayuda a adherirse a sustratos duros, plantas y a subirse a invertebrados sésiles. Por esta cualidad de adherirse se les puede encontrar en áreas sujetas a las olas o las mareas. Su tamaño y coloración los hace difíciles de observar.



Peces roca ó peces escorpión (Scorpaenidae). Los peces pertenecientes a esta familia poseen una cabeza relativamente grande y espinosa. Son peces depredadores que viven en el fondo y habitan en gran variedad de profundidades, desde pozas de marea hasta abismos oceánicos. La mayoría viven en cuevas o grietas. Presentan una gran variedad de coloraciones que se confunden con el medio, por lo que pasan inadvertidos para sus presas. Las espinas dorsales, anales y pélvicas son venenosas. Hay que tener mucho cuidado debido a que una picadura además de doler en el momento el efecto es fuerte y en algunas ocasiones puede ser grave y causar problemas serios de salud, por lo que hay que tener mucho cuidado y ver donde pisas y lo que tocas. ■



Glosario

Cirro: protuberancia pequeña, delgada, carnosa y flexible, con funciones sensoriales.

Dimorfismo sexual: variaciones morfológicas entre el macho y la hembra de una misma especie.

Esca: estructura que aparenta ser la carnada de la caña de pescar (illicum) de los peces sapo.

Espina: formación ósea no segmentada que soportan las aletas.

Illicum: estructura con forma de caña de pescar que utilizan los peces sapo para atraer a sus presas.

Mimetismo: habilidad que poseen algunos organismos vivos de asemejarse a su entorno.

Narinas: aberturas nasales en los peces.

Oquedad: Hueco o cavidad en un cuerpo sólido.

Biol. Eloísa Torres Hernández, Biol. Carmen del Rocío Pedraza Marrón y Dr. Omar Domínguez Domínguez del Laboratorio de Biología Acuática, Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Entrevista

Por Roberto Carlos Martínez Trujillo
y Fernando Covián Mendoza

Mtro. Xavier Madrigal Sánchez

Xavier Madrigal Sánchez, nació en Tumbiscatío, Michoacán, realizó sus estudios de Licenciatura en Biología en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del Instituto Politécnico Nacional y de Maestría en Ciencias en la Universidad Nacional Autónoma de México.

*Su quehacer científico lo ha dedicado al campo de la Botánica, convirtiéndose en un incansable observador y explorador de la diversidad vegetal del campo, a quienes ha dedicado la mayor parte de su vida. El empeño en su trabajo lo llevó al descubrimiento de una especie de “zapote prieto”, *Diospyros xolocotzii*, la cual afectuosamente dedicó al Dr. Efraín Hernández Xolocotzi, descubrió también una especie de pino que denominó *Pinus rzedowkii*, en honor al Dr. Jerzy Rzedowski Rotter.*

Ha dedicado 30 años a la docencia e investigación en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Su desempeño laboral y excelencia académica lo han hecho merecedor de varias distinciones, entre las que destacan: el Premio a la Mejor Tesis de Botánica a Nivel Licenciatura, otorgado por la Sociedad Botánica de México en 1966. Asimismo varias generaciones de agrónomos y biólogos de las facultades de Agrobiología y Biología de la UMSNH, respectivamente, han llevado orgullosamente su nombre, como muestra de admiración y agradecimiento, por el empeño y dedicación mostrados al momento de compartir sus amplios conocimientos académicos con las generaciones actuales de jóvenes.

¿Cuáles fueron los motivos por los que se decidió a estudiar biología y qué lo llevó a inclinarse por el estudio de la botánica?

La inquietud ha sido innata en mí. Crecí hasta cierta edad de la niñez en un medio rural, donde familiarizado con los agricultores, siempre traté de imitarlos sembrando yo mismo maíz, mis frijolitos y aprendí el nombre de los árboles que me decían las personas grandes. De las actividades de los campesinos, las plantas en especial me llamaron la atención. Esta inquietud se reafirmó en secundaria cuando llevé el curso de biología y más en preparatoria, por eso cuando la terminé (aquí, en el Colegio de San Nicolás), me fui a México con otros compañeros para saber que más había y enterarnos si podíamos conseguir una beca. Allá supe de la carrera de biólogo en el Instituto Politécnico Nacional.

Cuando terminé la carrera seguía gustándome todo lo de la biología, pero sentí que me iba a gustar más dedicarme a la zoología y busqué trabajo en ello, pero no encontré. Entonces, supe que iban a contratar personal en el recién creado Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Me aceptaron y fui asignado a la sección de botánica a cargo del profesor Matuda, conocido botánico de origen



Foto de Roberto Carlos Martínez Trujillo

japonés pero de padres mexicanos, quien se entusiasmaba por las salidas al campo, y yo también. Así, me fui adentrando cada vez más en el trabajo botánico, en apoyar a otros departamentos y en las colectas que hacíamos para ir incrementando un pequeño herbario. Aquello me gustó mucho y no hice más intento de cambiar mi rama de especialidad.



Foto de Roberto Carlos Martínez Trujillo

Hay quien afirma, en estos tiempos de muy alta especialización, que faltan botánicos (lo mismo se dice de zoólogos). ¿Hay una especie de crisis de la botánica?

¿Crisis? Realmente no podría ubicarla en este tiempo. Desde luego desearíamos que fuera mejor, pero las universidades públicas reciben poco apoyo, en los últimos 30 años el gobierno no les ha prestado mucha atención presupuestaria.

Pero, en la historia de México, las culturas autóctonas tuvieron un gran desarrollo en el conocimiento botánico y biológico en general. Algunas han conservado este conocimiento, afortunadamente (Por cierto, es una cuestión pendiente: estudiar más cómo fueron y cómo son las culturas autóctonas).

Diríamos que en la época prehispánica la botánica fue muy desarrollada pero sobrevino un declive completo con la conquista. Después de la caída de Tenochtitlán hubo una pausa de 400 años o más en que prácticamente no se hacía botánica. Hubo trabajos muy esporádicos durante las exploraciones del imperio español, pero no había instituciones ni personal que se dedicara a la botánica y diera a saber sus conocimientos

Fue hasta el siglo XVIII o a principios del XIX, que empezaron personas no preparadas especialmente y hubo unos cinco autodidactas que publicaron algo sobre la flora mexicana. Luego, contribuyeron otras personas con muchos conocimientos generales que dedicaban parte de su tiempo a la botánica. Después vino otra generación, de botánicos extranjeros que se dedicaron a estudiar la botánica mexicana y de algunos mexicanos que aprendieron de manera informal el oficio de los botánicos

Se da una consolidación, cuando por una parte fue fundada en 1941 la Sociedad Botánica de México y luego en 1960 hubo el Primer Congreso Mexicano de Botánica. Entre los 60s y 70s, el interés principal se enfocó más al estudio de la vegetación, es decir a los grandes grupos vegetales distribuidos en el país, en lo que el doctor Faustino Mirado, emigrado español, y el doctor Rzedowski fueron de los connotados botánicos de ese periodo.

Así es que después de aquel congreso empezó a diversificarse el estudio de la botánica, ya no solo sobre las comunidades vegetales y de especies como la flora, y aparecieron otras disciplinas. Esto se reflejaba en los congresos botánicos con presentaciones de trabajos de fisiología, de etnobotánica, de historia de la botánica, de ecología (que también empezaba) y rara vez de genética, no muy desarrollada entonces.

Ahora tenemos ya muchos especialistas (aunque no tantos como se necesitan) en algunas disciplinas o sobre algún grupo de plantas. Hay ahora sociedades

hermanas de la original Sociedad Mexicana de Botánica, como la Sociedad Mexicana de Cactología y las de Ficología y de Micología que antes todas se agrupaban en la Sociedad Mexicana de Botánica. Hay una diversificación muy grande últimamente con los ácidos nucleicos y con la biología molecular (un avance muy reciente).

Así se han venido cubriendo varias etapas, pero la más oscura de todas fue durante el periodo colonial, diríamos que con algunas excepciones. Y ahorita tenemos toda esa diversificación, pero no hay suficientes recursos y se ha quedado pendiente un gran capítulo (que en teoría debería haberse cubierto antes): la realización del inventario de la flora mexicana. Estamos todavía muy rezagados con el estudio de la flora de México, incluyendo la de Michoacán.

En su carrera como científico ¿cuáles han sido las mayores satisfacciones con la que se ha encontrado?

Me ha estimulado siempre la manera amistosa, cordial del trato de mis egresados, con mucho afecto y respeto, ya sea en lo personal o cuando han estado en grupos profesionales. Eso lo agradezco mucho y es motivo de satisfacción muy grande haberlos visto cuando no se sabía cómo iban a ser en su vida futura y luego verlos constituidos como profesionales. Se comprende más entonces la labor que uno puede hacer como profesor. Lo otro, es que me han hecho algunos reconocimientos, yo nunca he trabajado para ello, pero me han llegado y de personas que creen que lo que yo he hecho ha sido de algún valor.

Sabemos que usted ha descubierto dos especies de plantas ¿Cómo es el trabajo de investigación que realiza para poder identificar a una nueva especie?

Se tiene que saber en un primer intento si es una especie que se conozca o no en la ciencia. Se trata de identificarla mediante la bibliografía generalmente disponible. Si no coinciden las características de la especie con las claves o las descripciones que hay en los libros, eso despierta una inquietud: la publicación consultada es incompleta o nadie se había fijado antes en esa planta. Entonces se tiene que recurrir en lo posible a especialistas específicos.



Foto de Roberto Carlos Martínez Trujillo

Una opinión de un especialista siempre es conveniente. Si éste también considera que es una planta muy rara o bien puede ser una planta nueva, desconocida, entonces ya se avoca el colector o el posible recolector de la especie a revisar más exhaustivamente todo lo que se haya publicado sobre el género y las especies afines. También se hacen consultas en los herbarios del caso, donde hay facilidades para intercambiar el material que se solicita bajo ciertos requisitos y lo pueden prestar o envían muestras. Así, corroborando prácticamente lo que hay escrito y con la consulta en los herbarios, es como se puede concluir si se trata de una especie ya conocida, o desconocida para la ciencia.

Después hay que recurrir al Código Internacional de Nomenclatura Botánica, cumplir los requisitos para hacer la publicación impresa del descubrimiento y recolectar ejemplares de la nueva especie para ser distribuidos en los herbarios (en los más que se pueda) de forma que estén disponibles para otras personas...

¿Cuál es la importancia que se debe dar a un jardín botánico?

Tienen una importancia esencial, por varios motivos: Son áreas en donde se distribuyen, se arreglan las plantas o los grupos de especies vegetales. Puede haber aquellos donde solo haya especies aisladas o los que muestren alguna réplica aproximada de una vegetación, con varias especies juntas, tanto árboles como arbustos, puede ser alguna imitación de la naturaleza, aunque generalmente lo son por especies aisladas. En los jardines botánicos, en áreas relativamente pequeñas las personas interesadas pueden tener una idea más o menos amplia de cómo son las plantas y con qué propósito están ahí.

Los objetivos de un jardín botánico son tener una representación de las especies o de la vegetación; puede tratarse de especies nativas o de introducidas o exóticas de otras partes, no únicamente de la localidad donde se ubica ese jardín, además ahí entrarían plantas que sean de interés medicinal, forestal, forrajero... En fin, parte central es que debe haber un objetivo, y cubrirse ese objetivo.

Ahora hay algo que anteriormente no era considerado: hay especies en riesgo de desaparecer (son alrededor de mil). Así, los jardines botánicos tienen ya otra función que están cubriendo: mostrar algunas representaciones de esas especies en riesgo de desaparecer. Además, disponer de tejidos de plantas, semillas, o estacas o algún otro método de conservación, para el caso de ocurrir que una planta ya no exista o esté desapareciendo en su medio natural.

Otra función importante es la investigación sobre todas las ramas de la botánica: fisiología, genética, reproducción, etcétera. También, casi todos los herbarios realizan divulgación científica; organizan e invitan al público a

eventos sobre diversos temas botánicos, inclusive a veces con apoyos o complementos: actividades artísticas o culturales, exposiciones y talleres de pintura o conciertos musicales... Y otra función esencial es el esparcimiento, como lo puede ser la contemplación, para los visitantes de un jardín botánico.

¿Su trabajo en el Herbario EBUM de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana, que frutos rindió?

Nuestro herbario ha cumplido en una buena parte. La condición para la mayoría de los herbarios, es la de mostrar una representación de la vegetación de su localidad, no importa sea ésta pequeña o muy grande. En nuestro caso, es reunir una muestra botánica de las especies que hay en el estado de Michoacán y los estados circunvecinos, pensando que la distribución de las especies no se circunscribe a límites políticos.

Tenemos un avance del 50 por ciento. Contamos en la colecta del herbario con el registro de alrededor de 3 mil especies, con 15 mil ejemplares (que representan esas 3 mil especies) pero se estima que en Michoacán hay más o menos 6 mil especies. Esto hablando solo de la vegetación silvestre.

Los jardines herbarios dependen mucho de los trabajos de investigación que realizan y que sirven para su consulta por las diferentes especialidades. También se da la colaboración con otras instituciones, al igual que dan servicio para la identificación de los materiales que trabajan diferentes investigadores aquí y fuera. El nuestro ha participado en eventos de divulgación, como el Tianguis de la Ciencia, ya tradicional aquí. Pero lo fundamental es reunir una muestra de la vegetación. Y en otra escala están las aportaciones que escribí, una en compañía del doctor Rzedowski y otra de un ingeniero muy conocido en su campo, sobre dos especies que no se conocían antes, una que es un pino y otra un zapote.



¿De sus 30 años de trabajo en el herbario, cuáles son los aportes para la botánica?

Fue importante establecer el herbario, pero no cumplía las normas para ser una colección científica. Los materiales se encontraban en condiciones no muy aceptables en cuanto a la debida representación de hojas y ramas, que debe contener información mínima bastante clara y completa, como lugar donde se encontraron, fecha, altitud, condiciones ecológicas y otros datos como el de la época de la floración.

Lo habían iniciado algunos profesores y estudiantes de la facultad. Se habían organizado y colectaban pero mucho material no estaba bien identificado. Entonces lo que hice inicialmente fue tratar de seguir las reglas que dicta un herbario para que sea valiosa esa colección. Y otra fue que había un programa de la Facultad de Biología para el estudio de los recursos naturales del estado de Michoacán. Eso estaba bien como un enunciado de a que se iba a dedicar la institución, pero no había proyectos diseñados especialmente para la sección de botánica.

Así, aparte de la creación del herbario, pues era necesario que hubiera proyectos particulares y que en base a esos proyectos elaborados se pudiera gestionar alguna aportación económica, pues sin sustento económico no se podía trabajar y antes no había habido eso tampoco.

¿Qué hace falta para que los estudios de la diversidad y la conservación de plantas mejoren en nuestro país?

Hay una mínima infraestructura humana y material ya consolidada en todas la universidades públicas, por lo menos, no conozco en qué condiciones están las privadas. Lo que hace falta es apoyos económicos de manera equilibrada, ya que ahora son muchas las disciplinas y todas son importantes. Apoyarlas para que finalmente ello concurra para un conocimiento más

completo de la vegetación y de la especies de la flora.

En nuestro caso, se ha avanzado. Anteriormente éramos menos personal y resultaba muy absorbente para nosotros la parte dedicada a la enseñanza y no así a la investigación. Si en aquel momento hubiéramos tenido recursos para la investigación, tampoco probablemente la hubiéramos podido hacer, porque era abrumador el trabajo de la enseñanza. Ahora estamos en condición más diversificada, por lo menos ya hay una persona en cada uno de los cuatro grupos de plantas, uno que estudia los helechos, otro los musgos, otro los hongos, los líquenes y las plantas con flores (las angiospermas) y las coníferas. Hay ya un soporte de infraestructura humana y de laboratorio, también mejor que antes.

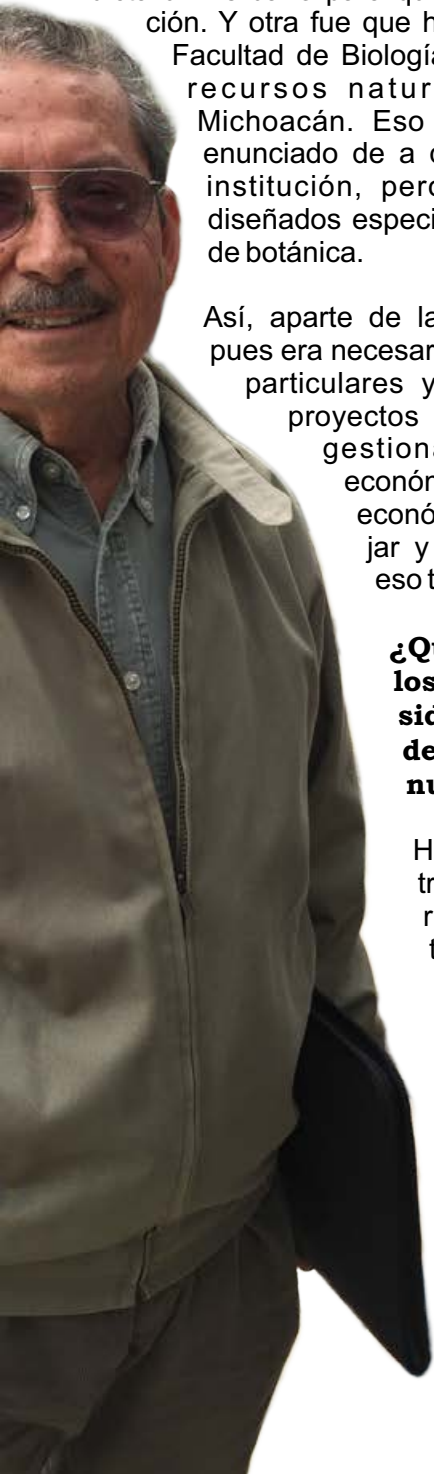
A los jóvenes estudiantes, ¿de qué manera les ha inspirado el estudio y gusto de la botánica?

Como profesor, yo fui autodidacta durante mucho tiempo. Después, tomaba los cursos y seminarios que se podía sobre cuestiones pedagógicas y didácticas. Y mi idea siempre fue -cuando aún no era maestro formal-, despertarles el interés a las personas jóvenes que me acompañaban en algunas salidas al campo. Y lo mismo, cuando mi relación fue ya formal con la Universidad Michoacana y la Facultad de Biología en particular, pensé: Lo primero es despertarles el interés ¿Cómo lograrlo? pues yo lo intenté y lo sigo intentando, siempre en el caso concreto de la botánica.

Me dije: Infórmales y dales prácticas de campo apoyado con el laboratorio, para identificar las especies, cuál es la estructura y función de un ecosistema y cómo está dentro ubicada la botánica. Decirles cuáles son los servicios que se derivan de los ecosistemas, o de la parte botánica en particular: Unos son servicios para el bienestar humano, digamos la fotosíntesis, el oxígeno. Les diré de la belleza, de asumir una actitud de reposo, de tranquilidad ante la presencia de plantas.

También les hablaré de cómo esos ecosistemas tienen una función biológica importantísima. Les diré del subsistema de la vegetación, del aprovechamiento de especies vegetales y en esto del caso de México, que figura entre los primeros países con riqueza de vegetación y de especies, las que nos pueden proveer una infinidad de productos y de recursos, que están muchos de ellos olvidados, no han sido atendidos o son desconocidos.

Les informaré de las culturas autóctonas, que tienen una experiencia muy grande, de cómo han estado manejando los recursos naturales, de qué han sobrevivido durante años en condiciones adversas y de que dependen mucho directamente de las plantas. Les informaré...



¿Cuáles han sido los obstáculos en su carrera como científico y cómo los enfrentó?

En mi caso ha sido una actitud, como muchas personas lo han hecho. Recuerdo, por ejemplo, al profesor Maximino Martínez, quien para mí es una persona excepcional en muchos aspectos. Él era profesor rural y -que yo sepa-, nunca tuvo una percepción o cantidad destinada a investigar, él lo hizo en forma autodidacta, con lo que había aprendido en la escuela normal rural, que debe haber sido muy poco lo que le enseñaron en cuestiones botánicas, sin embargo resultó un botánico distinguido. Creo que fue por su actitud, como yo lo hice, de pensar siempre que en las peores condiciones, si se tiene la idea clara de lo que se quiere, siempre se puede hacer algo.

Tuve la experiencia de cuando hice mi tesis de licenciatura. Yo pensé en un proyecto enorme, pero en el transcurso para realizarlo me di cuenta que era imposible. Lo mismo sigo pensando en la vida profesional de investigador, que me gustaría hacer muchas cosas, proyectos muy grandotes, quizás trascendentes, pero la realidad me está diciendo que eso no lo podría hacer. Pero de lo que sí estoy seguro es de que, me den o no me den recursos, yo lo podría hacer en un grado pequeño.

¿En la Universidad Michoacana, considera que se está haciendo lo propio para el estudio de la biodiversidad y la conservación de especies?

Considero que sí. Pero creo también que nos hacen falta otras disciplinas. He mencionado el gran conocimiento que existe en las culturas autóctonas. En Michoacán se acepta que hay cuatro o cinco etnias: la purépecha, la mazahua, otomí, nahua y matlazinca, y todavía desconocemos mucho de su historia, de su cultura y sabiduría. Así, pienso que la de etnobotánico sería una de esas especialidades. Otro ejemplo es el de los fisiólogos vegetales, que no los hay o se dedican más que nada a la enseñanza. En fin...

Volviendo a su pregunta, considero que con el personal y la infraestructura que aquí tenemos, sí se está avanzando. En el herbario teníamos solo las colecciones de plantas con flores y de coníferas, ahora contamos ya con gente de otras especialidades. Si hubiera más recursos, interesaría incorporar personal de más especialidades, así como apoyar más a los proyectos de estudios florísticos.

En el gobierno federal hay políticas que apoyan proyectos que resulten en un producto comercializable. Para esto, el estudio de las colecciones científicas es fundamental para empezar a tener otros conocimientos, como lo ha demostrado la historia de la biología. En botánica, hay que saber qué especies tenemos, en dónde están, cómo están y qué se podría hacer con ellas. Ahí entran la fisiología, la genética y demás especialidades.

¿Qué es lo que hace en sus tiempos libres y qué le apasiona además de la biología?

Me han gustado muchas cosas, podría enumerar cinco profesiones, pero por lo que he vivido de la biología, me sigue gustando, al grado que nunca dejaré de hacer algo en este campo, como ahora como jubilado lo hago.

Me gusta la lectura, particularmente la historia. Esto porque es una de mis concepciones que todos los profesionales deberían de tener una formación mínima en biología y en historia, porque quien no conoce sus antecedentes como sociedad tampoco puede saber qué es lo que pueda pasar en el futuro. La biología, la historia y la filosofía determinan como va a comportarse la persona en la sociedad.

También me gustan los eventos culturales y particularmente todo lo que se refiere con las culturas indígenas, que pienso es un tesoro en cada grupo étnico del país. Me gustan también los deportes, la música, el teatro. Y como jubilado y con nueva familia, tenemos tres nietos, disfruto las reuniones familiares y de algunas amistades en grupos pequeños.

¿Desea agregar algo más?

Agradezco los reconocimientos de mis alumnos, la medalla al Mérito Botánico en la Sociedad Mexicana de Botánica, el reconocimiento en la Universidad Michoacana por el mérito de la docencia, agradezco también los reconocimientos que me han hecho otras dependencias e instituciones de profesionales forestales y que, dentro del historial de mis enseñanzas varias generaciones de ingenieros forestales, de biólogos, le hayan puesto mi nombre a sus generaciones y otras me han invitado como padrino.

Esto vino como consecuencia, y no como propósito mío de que me hicieran todos estos honores, sino simplemente por el gusto por trabajar en el campo de la biología, por la inquietud innata que yo siento por hacer cosas dentro de la biología.



Foto de Roberto Carlos Martínez Trujillo



Año con año, a principios del mes de Octubre, son anunciados los ganadores de los Premios Nobel en las áreas de Física, Química, Medicina, Literatura y la Paz,

a aquellos individuos que con sus actividades, en sus respectivos campos, han aportado un amplio beneficio a la humanidad. Excepto por el Premio Nobel de la Paz que se entrega en Oslo, Noruega, el resto de los galardonados reciben en Estocolmo, en una ceremonia solemne y de manos de los Reyes de Suecia, tan alta distinción. Este evento se lleva a cabo el 10 de Diciembre de cada año, en el aniversario luctuoso de Alfred Nobel, empresario y filántropo millonario, visionario de esta actividad. Este año, el premio otorgado en el campo de la Física refleja claramente el espíritu de estas condecoraciones.

El pasado martes 7 de Octubre, se anunciaron los ganadores del Premio Nobel de Física 2014: los investigadores japoneses Isamu Akasaki e Hiroshi Amano y el nipón-estadounidense Shuji Nakamura, por haber creado el diodo de luz azul. El primer diodo termoiónico fue desarrollado por John Ambrose Fleming en 1904. Un diodo es un dispositivo electrónico que permite el paso de la corriente eléctrica en una sola dirección. Los diodos termoiónicos estaban formados por un tubo o bulbo al vacío que contenía un filamento y una placa metálica separados entre sí por un pequeño espacio. Cuando el filamento se calentaba al paso de una corriente eléctrica emitía electrones (o iones negativos), los cuales eran colectados por la placa metálica (llamado ánodo), permitiendo el paso de la corriente en ese sentido. Actualmente, los diodos no se construyen con bulbos, sino a partir de capas de distintos materiales semiconductores, es decir, materiales que en ocasiones son conductores de electricidad, y en otras, aislantes, dependiendo de factores físicos externos que son aplicados, como campos eléctricos o magnéticos, radiación, presión y temperatura. A estos dispositivos se les conoce como diodos semiconductores y a las fuentes luminosas generadas a partir de ellos se les denomina Diodos Emisores de Luz o LED, por sus siglas en inglés (Light-Emitting Diode). En los LED's, la electricidad es convertida directamente en luz, contrario a lo que sucede con los focos tradicionales, donde una gran parte de la electricidad aplicada se pierde en forma de calor necesario para encender el filamento incandescente y sólo una fracción de ésta es realmente utilizada en la producción de luz. Los LED, en consecuencia, son más eficientes como fuente de luz, ya que permiten ahorrar más energía incluso que las famosas lámparas incandescentes, donde una descarga eléctrica en un gas se usa para crear calor y emisión de luz.

La tecnología de la iluminación LED permitió desde hace

medio siglo el desarrollo de diodos eficientes verdes y rojos, pero sin el azul, no fue posible construir lámparas LED de luz blanca, ya que ello requiere la superposición de la luz de dichos colores primarios. Entonces, con el surgimiento de diodos azules eficientes, finalmente fue posible la creación de fuentes de luz blanca a un consumo bajo de energía eléctrica a partir de LEDs. Una ventaja adicional de los LED es que son mucho más duraderos que las lámparas incandescentes tradicionales y, además, son amigables con el ambiente, pues no contienen mercurio. Todos los dispositivos electrónicos modernos, desde los celulares, computadoras y hasta sistemas de iluminación de algunas grandes ciudades se basan en los LED de luz blanca.

Fue en la década de los 80's cuando Akasaki y Amano, e independientemente Nakamura, se emprendieron en la aventura de desarrollar su diodo, lo que involucró desde la búsqueda de los materiales semiconductores apropiados hasta la invención de la tecnología propia para crear estos pilares de la iluminación moderna. A principios la década de los 90's, los primeros LEDs de luz azul eficientes vieron la luz. Posteriormente, ambos grupos refinaron sus prototipos. Cabe mencionar que a la par de este descubrimiento, los recién galardonados inventaron el láser azul basados en un LED de este color del tamaño de un grano de sal. Esta tecnología se encuentra actualmente en los sistemas Blu-ray.

La tecnología de la iluminación se revolucionó increíblemente en los últimos 20 años gracias al trabajo de los físicos galardonados este año. Ahora contamos con fuentes de luz que pueden producir millones de colores y variar su tono e intensidad como se desee, mediante una computadora. Esto es claro en las marquesinas de anuncios que nos encontramos en centros comerciales, pero también en cualquier dispositivo electrónico del hogar. Computadoras, celulares, tabletas, pantallas LCD, televisores y prácticamente cualquier dispositivo tecnológico actual basa su sistema de iluminación en esta tecnología.

Por otro lado, la iluminación con LED ha contribuido también para apoyar el desarrollo humano. Por ejemplo, en aquellas comunidades donde la red eléctrica es inexistente, con una celda solar basta para tener iluminación LED con un bajo consumo energético. Más aún, la iluminación LED ultravioleta se utiliza también para esterilizar agua contaminada. También, esta tecnología permite el uso de luz artificial para cultivos en invernaderos, sólo por mencionar algunos ejemplos. Estos beneficios a la humanidad, sin duda alguna reflejan cabalmente el espíritu con el que fueron instaurados los Premios Nobel, así que enhorabuena para los galardonados y para nosotros, los beneficiarios de su trabajo. ■

Este año, el premio Nobel de Fisiología y Medicina fue para el estadounidense John O'Keefe y el matrimonio noruego May Britt Moser y Edvard I. Moser, por sus descubrimientos de células que constituyen el "GPS interno" del cerebro, cuya función es la orientación en el espacio.

¿Cómo sabemos dónde estamos y somos capaces de encontrar el camino para llegar de un lugar a otro? ¿Cómo podemos almacenar dicha información para utilizarla la próxima vez que tracemos el mismo camino?



Estas son algunas claves resueltas gracias al trabajo de estos científicos.

John O'Keefe, nació en 1939 en Nueva York y obtuvo el grado de doctor en psicología fisiológica en la Universidad McGill de Canadá en 1967. Sus investigaciones las

ha realizado en el University College de Londres, donde desde 1987 es catedrático de neurociencia cognitiva. Actualmente es el director del Centro Wellcome Sainsbury de Circuitos Neuronales y Comportamiento en el University College de Londres.

En 1971 descubrió que un tipo de células nerviosas en el hipocampo siempre se activaban cuando una rata se encontraba en un lugar determinado de una habitación y que otras lo hacían cuando el animal estaba en otro punto. A partir de esta constatación y fascinado por la cuestión de cómo el cerebro controla el comportamiento, planteó que estas "células de lugar" constituyen un mapa



El matrimonio Moser es el quinto que ha ganado hasta ahora el Premio Nobel.

interno del entorno. Durante toda su carrera, O'Keefe ha estudiado el hipocampo y su papel en la memoria espacial y la orientación, cuya pérdida es significativa en trastornos como el Alzheimer.

May-Britt Moser nació en 1963 en Fosnavåg, Noruega, estudió psicología en la Universidad de Oslo junto a su futuro marido y también premiado hoy con el Nobel, Edvard Moser, y se doctoró en neurofisiología en 1995. Fue alumna de postdoctorado en la Universidad de Edimburgo (Reino Unido) y científica invitada en el University College de Londres, donde trabaja O'Keefe, antes de trasladarse en 1996 a la Universidad noruega de Ciencia y Tecnología de Trondheim. En 2000 fue nombrada catedrática de neurociencia y actualmente es directora del Centro de Computación neuronal en Trondheim.

Edvard Moser nació en 1962 en Ålesund, Noruega, y es doctor en neurofisiología por la Universidad de Oslo en

1995. Fue alumno de postdoctorado junto con su esposa en la Universidad de Edimburgo y después también científico invitado en el laboratorio de O'Keefe en Londres. En 1996 regresa junto a su esposa a Noruega, a la Universidad de Ciencia y Tecnología de Trondheim, donde es catedrático desde 1998. Actualmente es director del Instituto Kavli de Sistemas de Neurociencia de Trondheim.

En 2005, más de tres décadas después del hallazgo de O'Keefe, la pareja identificó otro tipo de célula nerviosa, a la que llamaron 'grid' o rejilla, que genera un sistema de coordenadas y permite un posicionamiento preciso y la búsqueda de caminos. Investigaciones posteriores mostraron cómo las células de posicionamiento y de rejilla determinan la posición y la navegación.

Ellos encontraron un sorprendente patrón de actividad del cerebro en la llamada la corteza entorrinal —una especie de interfaz entre el hipocampo y el neocórtex—. En esta zona observaron que se activan ciertas células cuando la rata pasa por varias ubicaciones dispuestas en una cuadrícula hexagonal. Cada una de estas células se activaba en un patrón espacial singular y comprobaron que, además, estas células de rejilla constituyen un sistema de coordenadas que permite la navegación espacial.

Explicado de manera sencilla, junto con otras células de la corteza entorrinal capaces de reconocer la dirección de la cabeza y de los límites de la habitación, dichas células forman circuitos en el hipocampo con las de lugar, siendo este circuito el que constituye el sistema global de posicionamiento, un GPS interno, en el cerebro.

Investigaciones más recientes con técnicas de imagen cerebral, así como los estudios realizados en pacientes sometidos a neurocirugía, han proporcionado pruebas de la existencia de células de lugar y rejilla también en los seres humanos.

De esta forma, en los pacientes con enfermedad de Alzheimer, el hipocampo y la corteza entorrinal se ven afectados con frecuencia en una etapa temprana, con lo que a menudo los pacientes pierden la capacidad de reconocer el entorno. Para los expertos, esta línea de investigación podría ayudar en la comprensión del mecanismo que sustenta la pérdida de la memoria espacial habitual en esta enfermedad.

Para Saber Más:

Hafting, T., Fyhn, M., Molden, S., Moser, M.B., and Moser, E.I. (2005). Microstructure of spatial map in the entorhinal cortex. *Nature* 436, 801-806.

Sargolini, F., Fyhn, M., Hafting, T., McNaughton, B.L., Witter, M.P., Moser, M.B., and Moser, E.I. (2006). Conjunctive representation of position, direction, and velocity in the entorhinal cortex. *Science* 312, 758-762. ■

Premio Nobel de Química 2014

Por Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez y el Dr. Alfredo Raya Montaña del Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Entérate

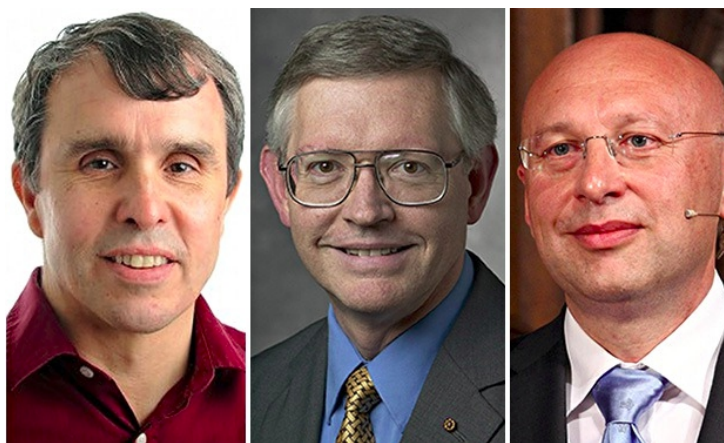
U.M.S.N.H.

Este año, el premio Nobel de Química fue otorgado a tres destacados científicos por la invención de los microscopios fluorescentes de super resolución. Los galardonados fueron los investigadores Eric Betzig, W. E. Moerner, y Stefan W. Hell, los dos primeros, estadounidenses, y el último, nacionalizado alemán. Sus inventos han revolucionado la investigación del mundo de lo más pequeño al permitir visualizar en vivo, y por primera vez, la actividad y forma de objetos más pequeños que las células y las bacterias, pero más grandes que las moléculas, es decir, de estructuras del mundo que se conoce como nanoscópico.

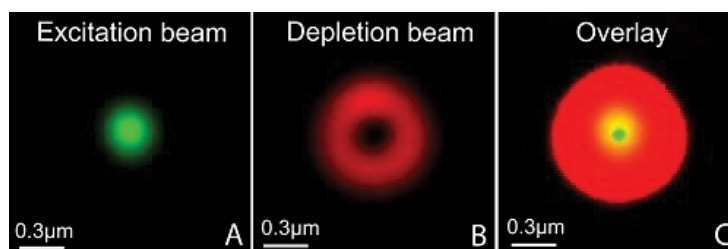
Hasta la llegada de los microscopios fluorescentes de super resolución, los microscopios ópticos habían estado sujetos a un límite natural de resolución llamado el límite de Abbe, conocido desde 1873. Gracias al trabajo del científico Ernst Abbe se supo que era imposible discernir los detalles de objetos más pequeños que unas fracciones de micra¹ empleando sólo luz visible. Este límite se debe a la naturaleza ondulatoria de la luz, y no hay forma de evadirlo usando mecanismos ópticos. Sin embargo, se puede evitar si se emplea radiación de alta energía (como rayos X o electrones) en la iluminación de la muestra, pero el precio a pagar es que el objeto estudiado puede ser destruido o dañado. Por mucho tiempo, S. W. Hell y E. Betzig, independientemente, pensaron sobre el problema y gracias a su perseverancia, encontraron una forma ingeniosa, a su manera, de evitar el límite de Abbe en microscopios ópticos usando moléculas fluorescentes.

La idea de Hell consiste en unir moléculas fluorescentes a la muestra que se desea estudiar. Luego, mediante un haz muy fino de luz láser se ilumina la muestra que se desea analizar. La anchura del haz es muy pequeña, y no es menor que el límite de Abbe. Al ser iluminadas con el láser, las moléculas fluorescentes comienzan a brillar emitiendo la luz fluorescente que las caracteriza. Enseguida, se emplea un segundo haz de luz de menor energía, llamado STED, cuya función es apagar la fluorescencia de las moléculas iluminadas por el primer haz, excepto en una región central más pequeña que el límite de Abbe. Lo anterior permite aumentar la resolución del microscopio y observar estructuras más pequeñas que una micra. Para lograr este curioso efecto, al haz de luz STED se le da forma de dona o anillo, caracterizado por un diámetro interno

más pequeño que el límite de Abbe, y se superpone sobre la mancha de luz generada por el primer haz. Ahora bien, para generar la imagen de un objeto los dos haces barren simultáneamente la muestra y de cada punto donde estos se colocan se mide la fluorescencia emitida. Al final, se unen todos los puntos luminosos observados, generando una imagen con una resolución nunca antes alcanzada por un microscopio óptico. Hell fue el primero en vencer el límite de Abbe con su técnica cuando sus ideas cristalizaron en la construcción del primer microscopio fluorescente de super resolución en el año 2000, al cual llamó microscopía de supresión por emisión estimulada (STED, por sus siglas en inglés). Este nombre proviene del hecho de que el haz STED al incidir sobre las moléculas fluorescentes da paso a un mecanismo físico en ellas, conocido como emisión estimulada, que es el que entra en juego a la hora de suprimir la fluorescencia en las mismas. Cabe mencionar que el principio teórico detrás de la emisión estimulada no fue descubierto por S. Hell, sino por Albert Einstein a principios del siglo pasado.



Los premios Nobel de Química del 2014: Eric Betzig (izquierda), W. E. Moerner (centro) y Stefan Hell (derecha). Imagen tomada de Nobelprize.org.



En el microscopio STED se usan dos haces de luz láser, uno circular (fig. A) que estimula la fluorescencia de la muestra (y de tamaño no menor al límite de Abbe) y otro anular (fig. B), que la suprime. Al final, ambos haces se superponen para que sólo exista fluorescencia de una pequeña zona del centro (región verde, fig. C). Tomado de "The STED principle, UCLA", <http://www.anes.ucla.edu/sted/principle.html>.

¹ Una micra o micrómetro es la millonésima parte de un metro.

Por otra parte, E. Betzig resolvió el problema del límite de Abbe usando una técnica de observación de luz fluorescente de moléculas individuales (y no de grupos de moléculas como en el caso del microscopio de S. Hell) desarrollado previamente por E. Moerner. Precisamente, Moerner fue quien estableció, en 1989 y 1997, las técnicas para observar la absorción y emisión de luz por una sola molécula, respectivamente. En la microscopía fluorescente de super resolución inventado por Betzig, la muestra se combina con una clase especial de moléculas fluorescentes que tienen la curiosa propiedad de apagarse y encenderse usando luz de diferente energía de manera respectiva. De hecho, fue el propio Moerner quien descubrió esta propiedad accidentalmente al estudiar cierto tipo de moléculas derivadas de otras, llamadas GTP. Estas últimas provienen de una especie de medusa² (*Aequorea victoria*) y se caracterizan porque exhiben una fluorescencia verde. Ahora bien, regresando a nuestro punto, ya que a la muestra se le han fijado las moléculas fluorescentes, se les desactiva posteriormente con luz UV. Después, se ilumina la muestra con un láser de luz de baja intensidad, lo que permite activar la fluorescencia de algunas moléculas de la muestra. Ya que el haz es muy tenue, generalmente son pocas las moléculas que se encienden. Estas se activan al azar a distancias mayores que el límite de Abbe, lo que permite observar la emisión fluorescente de cada molécula activada sin que se superponga con la de otra. Enseguida, se toma una imagen de las manchitas de luz de las moléculas emisoras, de donde, con ayuda de una computadora, se calculan las posiciones reales de las lamparitas emisoras de luz con una precisión de nanómetros³. Como siguiente paso, se baña nuevamente la muestra con el haz láser de luz y se graban las posiciones de las siguientes moléculas encendidas. El proceso se repite varias veces. Al final, se unen todas las imágenes obtenidas y el resultado es la figura de la muestra a la cual estaban adheridas las moléculas fluorescentes, con una resolución de nanómetros. Betzig bautizó originalmente a su técnica como microscopía de localización fotoactivada (PALM, por sus siglas en inglés), pero posteriormente la llamó microscopía de reconstrucción óptica estocástica o STORM. El primer microscopio de este tipo fue construido por Betzig y sus colaboradores en el 2006, seis años después del construido por Hell.

A diferencia de otros microscopios de alta resolución, los microscopios fluorescentes de super resolución poseen la ventaja de que no dañan las muestras analizadas y no matan los organismos

vivos que están siendo estudiados. Además, permiten seguir, paso a paso, el comportamiento individual de objetos tan pequeños como las moléculas. Lo anterior ha encontrado diversas aplicaciones en campos tan diversos como la biología, la química, la física, la medicina, la farmacología, etc. En el campo de la biología, por ejemplo, se le ha empleado para averiguar cómo funcionan las células vivas a nivel molecular, estudiar en detalle la división celular, visualizar estructuras celulares que antes no eran posible observar con microscopios convencionales, observar como interaccionan las proteínas con las células y el DNA, etc., mientras que en química, se le ha usado para indagar como es que se reagrupan las moléculas en una reacción química, entre otras cosas. Las aplicaciones de esta nueva tecnología son ilimitadas. Pero lo más importante es que el uso que se le está dando a estos instrumentos promete grandes avances científicos que seguramente traerán bienestar a la humanidad. ■

El principio del microscopio STED

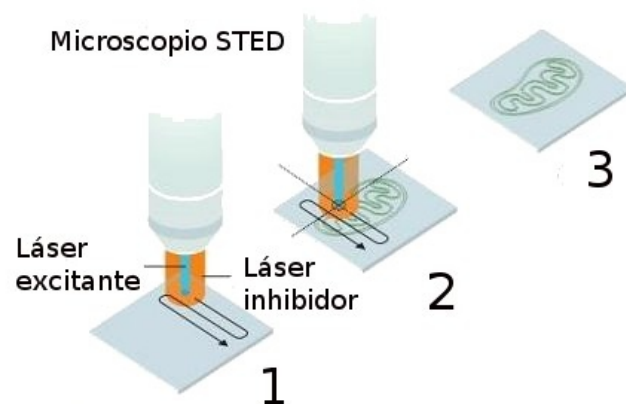
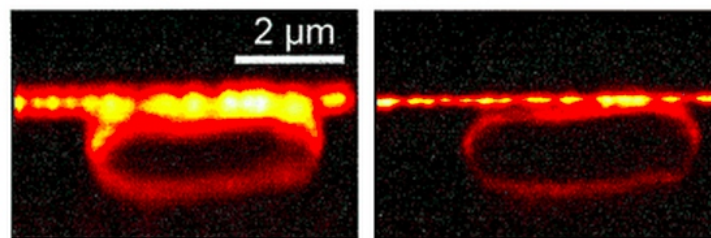


Illustration: © Johan Järnstedt/The Royal Swedish Academy of Sciences

Formación de una imagen con un microscopio STED. En comparación con un microscopio óptico, en un microscopio STED se usan dos haces de luz (paso 1) que barren la imagen de la muestra (paso 2). La imagen final se forma de la fluorescencia emitida en cada punto de la muestra (paso 3). Imagen tomada de Nobelprize.org.



Imágenes tomadas de una bacteria E. Coli por S. Hell usando un microscopio convencional fluorescente (izquierda) y microscopía STED (derecha). La resolución de la imagen STED es tres veces mayor. Imágenes de la revista Proc. Natl. Acad. Sci. USA vol. 97.

² Las moléculas GTP tienen muchas aplicaciones en la ciencia, como en la genética. Fueron descubiertas por O. Shimomura, M. Chalfie y R. Tsien, por lo cual recibieron el premio Nobel de Química en el 2008.

³ Un nanómetro es la milésima parte de una micra.

BIOPLÁSTICOS

productos biodegradables

Rafael Salgado Garciglia



cos más baratos y versátiles, la elaboración de los plásticos vegetales dejó de realizarse.

Todos sabemos del problema del uso de los envases de plástico sintético, que son fabricados a partir de derivados del petróleo como el polietileno, polipropileno, policloruro de vinilo y el polietilentereftalato, entre otros. Éstos no son biodegradables y representan un serio problema de contaminación ambiental, así como causantes de problemas de salud al consumir alimentos y bebidas en este tipo de envases.

Los bioplásticos son una alternativa para disminuir la contaminación por dichos plásticos sintéticos, ya que son polímeros que provienen de fuentes naturales y renovables, todos son biodegradables por microorganismos como bacterias, hongos y algas.

El almidón y la celulosa, polímeros de glucosa elaborados por las plantas, son la materia para obtener los bioplásticos vegetales, que se fabrican mayormente de desechos de papa, maíz, trigo, tapioca, caña de azúcar o yuca para producir cubiertos, envases o bolsas.

Los bioplásticos hechos de almidón y de celulosa se obtienen por fermentación bacteriana, éstos resultan quebradizos y no sirven para fabricar películas flexibles y resistentes. Sin embargo, se fabrican bandejas rígidas para envasar productos secos, ya que desde el punto de vista de su degradación, prácticamente se disuelven en agua. Si la celulosa es modificada químicamente para obtener acetato de celulosa, por sus propiedades pueden hacerse films flexibles y resistentes a rupturas y perforaciones.

Por las limitaciones de estos polímeros vegetales, se han buscado otros polímeros con mejores propiedades como los ácidos polilácticos (PLA) y los polihidroxicanoatos (PHAs). Los primeros son producidos a partir de ácido láctico polimerizado, el cual proviene de la fermentación de bacterias lácticas con almidón de maíz; y los PHAs son una clase de poliésteres bacterianos que se producen mediante la fermentación de bacterias y se obtienen después por extracción a partir de sustratos orgánicos, como carbohidratos (glucosa, sacarosa), aceites, alcoholes, ácidos orgánicos, hidrocarburos.



El celofán fue el primer bioplástico, inventado a principios del siglo XX, fabricado a partir de celulosa vegetal. Debido a la producción de plásticos sintéti-



<http://www.slideshare.net/betorossa/materiales-bioplasticos-versin-2014>

La polimerización del ácido láctico da como resultado el ácido poliláctico, un biopolímero que posee D- y L- isómeros o una mezcla racémica de este termoplástico. La producción de este biopolímero empieza con el almidón el cual generalmente se extrae del maíz o la papa, luego los microorganismos pertenecientes a los géneros *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* o *Streptococcus* lo transforman en una molécula más pequeña de ácido láctico o 2 hidroxipropiónico (monómero), la cual es la materia prima que se polimeriza formando el PLA. Los microorganismos que degradan el PLA pertenecen a la familia de Pseudonocardaceae y géneros afines, tales como *Amycolatopsis*, *Lentzea*, *Streptoalloteichus* y *Saccharothrix*.

Los PLA se utilizan como capas de sellado térmico, etiquetas y bolsas de transporte, como alternativa para películas tradicionales y para la producción de envases rígidos. Son comercializados bajo los nombres de NatureWorks® (Cargill-Dow LLC), Lacty® (Shimadzu) o Lacea® (Mitsui Chemicals).

Se han descubierto hasta 300 PHAs pero solo algunos se han desarrollado para usos comerciales, como el polihidroxibutirato (PHB), polihidroxivalerato (PHV), y PHBV un co-polímero de los dos. Los PHAs poseen características fisicoquímicas similares a las de los poliésteres sintéticos (presentan propiedades que van desde plásticos rígidos y quebradizos, hasta los semejantes al hule) y son biodegradables. Se comercializan bajo la forma de tenedores de plástico y películas para embalaje, puesto que son resistentes al calor, a la grasa y al aceite. Los podemos encontrar bajo el nombre de Biopol® (Monsanto) o Nodax® (Procter & Gamble). El primer PHA descubierto se obtiene por la fermentación producida por la bacteria *Alcaligenes eutrophus*.

Aunque ya se comercializan estos biopolímeros, su fabricación es costosa y aun no puede competir con los plásticos tradicionales. Debido a su biodegradabilidad se tienen problemas con la duración de los envases. Las empresas líderes se encuentran en Estados Unidos, Canadá, Japón y la Unión Europea, aunque otros países como Australia, Brasil, Corea y China los están produciendo. De una cifra de alrededor de 700,000 toneladas en 2010, la capacidad de producción de bioplásticos se incrementará en 2015 hasta las 1.7 millones de toneladas.

Este rápido crecimiento de los bioplásticos será

posible por la rápida expansión de los bioplásticos en un número cada vez mayor de aplicaciones. Desde los envases, pasando por los coches, los juguetes o las alfombras, hasta los componentes electrónicos, son susceptibles de ser producidos con bioplásticos.



En México, desde agosto de 2012 la empresa Biofase, considerada pionera en la producción de biorresinas en nuestro país, manufactura distintos productos plásticos biodegradables y compostables, como empaques para alimentos, bolsas, botellas, cubiertos, platos y vasos capaces de degradarse desde los seis meses hasta los cinco años. También, BioSolutions es otra empresa mexicana que ha desarrollado y patentado una tecnología para producir bioplásticos sostenibles a partir de fibras naturales ricas en celulosa, principalmente de agave.

PARA SABER MÁS:

Pacheco G. et al. 2014. Bioplásticos.

http://www.smbb.com.mx/revista/Revista_2014_2/bioplasticos.pdf

Vazquez-Morilla A. et al. 2012.

<http://www.anipac.com/bioplasticos.pdf>

Mexicano transforma huesos de aguacate en bioplástico.

<http://www.vanguardia.com.mx/mexicanotransformahuesosdeaguacateenbioplastico-2076430.html>



EL MÉTODO TED PARA HABLAR EN PÚBLICO

Horacio Cano Camacho



Amí me chocan los libros de autoayuda. Pero este no lo es, sin embargo, no deja de parecer extraño que la sección de libros sobre ciencia, recomendemos uno que no lo es... Quiero explicarme:

La mayoría de las escuelas mexicanas, desde el jardín de niños hasta el doctorado, a todo el mundo se le olvidó que formamos estudiantes y luego profesionistas para insertarse en el mundo laboral, entre otras cosas. Y que para hacerlo se requiere dominar la comunicación (hablar, presentar, convencer, educar, asumir el "liderazgo natural"). Tal olvido consiste en que a nadie nos preparan para enfrentar estas necesidades de comunicación.

Concentrémonos en el tema de las presentaciones. Ese recurso tan usado, pero tan mal usado. Con frecuencia todos nosotros asistimos, ya sea en clase o en una conferencia, a presentaciones que constituyen una muestra de lo que no debemos hacer: Un torbellino de diapositivas incomprensibles; una exposición a la velocidad de vértigo; tamaños de letras ilegibles y fondos de pantalla capaces de dañar la vista del auditorio; miles de abreviaturas y signos sólo comprensibles por el expositor; pero sobre todo, una gran incapacidad de comunicar lo que se quiere.

Y es que nadie nos enseña a preparar una presentación, una exposición. En la Universidad no existen asignaturas con ese propósito y yo creo que debería haberlas. El resultado es exposiciones aburridas, confusas y que generan una enorme fatiga en el público. No logramos comunicar nuestro mensaje, creamos confusiones y no guiamos al auditorio a donde queremos.

Las presentaciones son un recurso valioso, pero no

Una probada de ciencia

sustituye al conocimiento y a la capacidad de comunicación en donde es esencial el dominio del tema, la comunicación verbal y la actitud frente al público. Una presentación debe generar preguntas importantes, inspirar colaboraciones, alentar al público a interesarse en el tema. Lograr esto requiere preparación.

TED (tecnología, entretenimiento y diseño) es una organización sin fines de lucro dedicada a compartir "ideas dignas de difundir". Se le conoce por sus conferencias (TEDTalks), impartidas por líderes mundiales en los campos de la ciencia, tecnología, arte y diseño. Estas conferencias son muy famosas y se divulgan de manera gratuita por diversos medios, fundamentalmente internet. La idea base de estas conferencias es "potenciar el poder de las ideas para cambiar al mundo", frase muy ambiciosa y tal vez discutible. Sin embargo, la calidad de las presentaciones ha generado un modelo para exponer, comunicar y generar consensos en muchas áreas del conocimiento.

Ahora se publica en español el libro Método TED para hablar en público (Donovan, Jeremy, 2013. Ed. Ariel-Planeta, Barcelona. ISBN 9788434409484). Una guía para preparar conferencias o presentaciones. Lo mismo nos sirve si hemos sido invitados (muy improbable) al TEDTalk que si lo que queremos es mejorar nuestras exposiciones. El libro está organizado siguiendo las recomendaciones que TED hace a sus invitados y haciendo énfasis en dos grandes puntos: el contenido y la presentación misma.

¿Cómo elegimos el tema? ¿Cuál debe ser el contenido, el argumento y la estructura de la presentación? Luego debemos organizar el discurso, es decir ¿cómo vamos a exponer? Esto es, cómo iniciar, cómo utilizar el lenguaje corporal, cómo superar el pánico escénico, etc. La idea es contar con una guía para saber como preparar e impartir una conferencia "inspiradora". Aunque este tipo de palabrejas no me gustan, la cosa es que si necesitamos una buena orientación para preparar y presentar nuestro mensaje con éxito y el libro me parece un buen comienzo. Claro, la existencia de este tipo de materiales no sustituye a que en nuestras escuelas, a todos los niveles, trabajemos con los estudiantes para elaborar discursos, presentaciones, ensayos que les generen habilidades básicas de comunicación...■



ecología

Carlos Tena Morelos

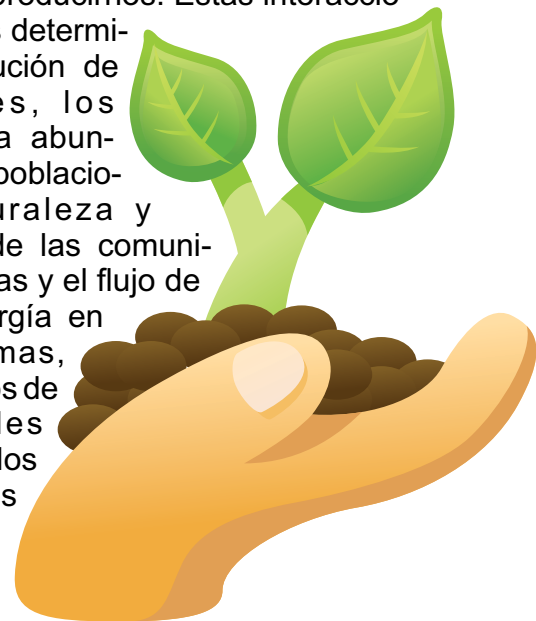
Ecología es una de esas palabras que escuchamos cotidianamente y que todos creemos comprender. Se utiliza en una gran variedad de contextos, generalmente asociados al grave deterioro ambiental que los humanos hemos provocado con nuestras actividades; a la preocupación sobre las consecuencias en nuestro propio bienestar y a la urgente necesidad de hacer algo para remediarlo. Quién no ha escuchado frases como “estamos acabando con la ecología”, “cuidemos la ecología”, se venden lotes en “fraccionamiento ecológico”, etc. Recientemente he estado escuchando en la radio promocionales para ganar un “regalo ecológico” que resulta ser una bicicleta o bien otro sobre una competencia ciclista en la que se van a entregar “bolsas ecológicas”. El otro día un amigo me estuvo presumiendo que había pintado su casa con “pintura ecológica” y solo le faltó decir que se había subido a un “taxi ecológico”, pintado de verde por supuesto. Pero, ¿en verdad esto es la ecología? Permítanme decirles, la ecología no es un producto, ni una actitud, ni un movimiento social en pro de un ambiente sano; es una ciencia, con sus antecedentes históricos, sus conceptos, teorías y metodologías bien definidas.

Los conocimientos de índole ecológico no sistematizados y organizados como disciplina científica han existido desde el momento mismo en que los primeros seres humanos se vieron forzados a entender y manejar su medio natural para sobrevivir. En última instancia, el hombre de las cavernas, para resistir el duro clima al que estaba sometido y cazar algunos animales, tenía que dar muestras de un sentido ecológico más desarrollado que la mayoría de los ecólogos actuales, especialmente con respecto a las plantas y animales útiles y perjudiciales.

La necesidad de generar una disciplina científica que permitiera describir objetiva y cuantitativamente la naturaleza surgió a partir de muchas y muy diferentes fuentes; sin embargo, fue el zoólogo alemán Ernest Haeckel quien en 1869 comprendió la nece-

sidad de reunir el conjunto de conocimientos acerca de las relaciones de los animales y su ambiente en un cuerpo de conocimientos independiente. Inventó la palabra Ecología (del griego *Oikos*= casa y *logos*= estudio) y la definió como “estudio del total de relaciones de los animales con su medio orgánico e inorgánico”; posteriormente, el término también fue aplicado a plantas y microorganismos. A partir de entonces se han propuesto muchas definiciones cuyo enfoque tiene relación con la orientación de los científicos que las han sugerido; no obstante, el ambiente ha retenido la posición central que el mismo Haeckel le dio en su definición ya que enfatizan el aspecto de las múltiples interacciones de los organismos con su medio natural.

Para entender de manera más clara qué estudia esta ciencia, pensemos por un momento en cualquier planta, animal o microorganismo que les parezca interesante y ahora imaginen como es el lugar donde vive y en todo lo que requiere para completar su ciclo vital. Todos los seres vivos nos vemos afectados en el transcurso de nuestras vidas por diferentes elementos del ambiente como la temperatura, la humedad, luz, la disponibilidad de alimento, parásitos, competidores, depredadores, etc. que afectan nuestra capacidad para crecer, sobrevivir y reproducirnos. Estas interacciones esenciales determinan la distribución de las especies, los cambios en la abundancia de las poblaciones, la naturaleza y organización de las comunidades biológicas y el flujo de materia y energía en los ecosistemas, que son algunos de los principales temas abordados por los ecólogos actuales.



Fueron muchas las áreas de la ciencia de las que surgieron conocimientos que después serían importantes en el desarrollo de la ecología. Entre las más significativa encontramos a la agronomía que estudia los factores del medio que determinan la productividad de los cultivos, la demografía humana y de las especies de importancia económica, que permitió empezar a entender los factores que regulan el crecimiento y estabilidad de las poblaciones; la infectología y la parasitología, principalmente el estudio de los insectos vectores, fue el punto de partida de los estudios del hábitat de especies silvestres.

Hasta los años 1960's la ecología no era considerada como una ciencia socialmente importante. En 1962, Rachel Carson escribió el libro "La Primavera Silenciosa" que se convirtió en un éxito de ventas (un best-seller), y en el cual llama a la conciencia mundial sobre los grandes problemas ambientales que genera nuestra forma de desarrollo y la manera en que medimos el progreso económico; particularmente alertó sobre el abuso en el uso de insecticidas como el DDT y sus graves consecuencias en la salud humana, la vida silvestre y la contaminación del suelo y el agua. Es en este contexto en el que surge el "ambientalismo" o "ecologismo" y las primeras organizaciones sociales y políticas ambientalistas en Norteamérica y Europa. En 1972 se desarrolló en Estocolmo, Suecia la Conferencia de la ONU sobre el medio humano; conocida como "una sola Tierra", en esta reunión los países en desarrollo exigieron consejos realistas sobre otras alternativas de utilización de los ecosistemas, particularmente los de las regiones tropicales y las zonas áridas. Desafortunadamente los ecólogos no habían tomado en cuenta los factores socioeconómicos, pero a partir de entonces se reconoce el importante papel del hombre en la dinámica de los ecosistemas y como parte integral de éstos surgió en la UNESCO el "programa sobre el hombre y la biosfera" ¿y en México? Como siempre, impuntual, llegando tarde; pues apenas en 1986 surge un Partido Verde Mexicano, conocido oficialmente desde 1993 como Partido Verde Ecologista de México.

Los ecólogos modernos no sólo se interesan en los sistemas biológicos naturales, sino también en ambientes hechos por el hombre e influidos por el hombre como los invernaderos, campos agrícolas, almacenes, reservas naturales, etc., así como en las consecuencias de la influencia humana sobre la naturaleza: contaminación, calentamiento global, extinción de especies, desertificación, etc.

Desafortunadamente, como ya lo mencionamos al inicio, la palabra ecología es identificada por el público con los problemas del ambiente humano y puede significar prácticamente cualquier cosa que tenga que ver con el ambiente y especialmente el impacto de las actividades humanas sobre éste y sus ramificaciones socioeconómicas. La ciencia de la ecología no sólo está interesada en el impacto humano sobre el ambiente, sino con la interrelación es de todas las plantas y animales y como tal, puede contribuir con mucho a resolver algunas de las amplias cuestiones acerca del humano y su ambiente. El ecólogo canadiense Charles Krebs sostiene que la ecología debe ser a las ciencias ambientales como la física es a la ingeniería; así como estamos restringidos por las leyes de la física cuando construimos aviones y puentes, de igual manera estamos restringidos por los principios de la ecología cuando alteramos el ambiente.





¿Siguen pensando igual respecto al significado de la palabra ecología? ¿En verdad una bicicleta es un regalo ecológico? ¿Será lo mismo ecología que ecologismo, ecólogo que ecologista? Una bicicleta no tiene componentes biológicos, excepto cuando se sube el ciclista, y la diferencia con un automóvil es que no genera contaminación atmosférica; por lo que algunos consideran que es un producto “amigable con el ambiente” ¿y la diferencia entre las bolsas normales y las ecológicas? Probablemente la diferencia más importante es que estas últimas son biodegradables, lo que significa que son descompuestas por actividad biológica, pero no significa que no sean contaminantes, pues recuerden que también hay contaminación orgánica.

Quedamos entonces en que la ecología es una ciencia y los ecólogos son científicos interesados en entender las relaciones de los organismos con sus ambientes. Los ecologistas o ambientalistas, por su

parte, son personas o grupo de personas preocupados con el deterioro ambiental. Sin embargo, ambos son importantes: los que generan el conocimiento científico y los que se preocupan por defender el ambiente.

Es importante distinguir a la ecología de los estudios ambientales. Estos han propiciado el “ambientalismo” (“ecologismo”) y la llamada “ecología profunda”, movimientos sociales con una agenda importante para el cambio político y social que intentan minimizar los impactos humanos en el planeta. Estos movimientos sociales y políticos sin duda son importantes y están soportados por muchos ecólogos, pero no son la ciencia de la ecología.

La investigación ecológica puede ayudarnos a decirnos que pasará cuando incrementamos las temperaturas globales mediante el incremento de las emisiones de CO_2 , pero no nos dirá que debemos hacer acerca de estas emisiones, o si una temperatura global mayor es una cosa buena o mala. Los ecólogos son científicos, no políticos o autoridades morales, y no deben, como científicos, hacer recomendaciones éticas o políticas. Como seres humanos, por supuesto, los ecólogos hacen estos juicios, y virtualmente todos los ecólogos están interesados acerca de la extinción de especies y les gustaría poder prevenirlas. Muchos ecólogos luchan duro en la arena política para alcanzar los objetivos sociales del ambientalismo. ■

El M.C. Carlos Tena Morelos es profesor Investigador de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Actualmente es su Director.



I N T E R S T E L L A R

O UN DEBATE FALSO...

Horacio Cano Camacho

Debo comenzar esta nota diciendo que a mí me encanta la ciencia ficción, tanto en la literatura como en el cine. Tengo mis autores favoritos a los que “sigo” con entusiasmo. Constantemente estoy rastreando las librerías, las revistas de novedades y por supuesto el internet, en busca de nuevos autores y nuevos títulos.

En el caso del cine, tengo mis películas favoritas, aunque debo confesar que disfruto casi cualquier película de cine fantástico, más cuando incorporan algún elemento de ciencia ficción. A pesar de que tanto en libros como en cine tengo favoritos y otros que son totalmente prescindibles, hago el esfuerzo por disfrutarlos a todos. Claro, hay autores y directores muy buenos y otros, digamos, palomeros, buenos para una tarde de domingo y nada más.

Esta aclaración es necesaria a la luz de la controversia desatada por el estreno de la película *Interestelar*, de Christopher Nolan (EUA, 2014). Como casi todas sus películas tiene detractores y fans absolutos. Hay quien la considera un churro y quien la pone como una joya. Yo creo que no es ni lo uno ni lo otro. Vamos a ver:

La ciencia ficción es un género literario que combina una narrativa fantástica, de ficción, con algunos elementos de conocimiento científico. La ciencia ficción nos habla sobre un mundo ficticio pero sustentado en una sociedad real, desfigurado de tal manera para presentarnos uno que no existe o que aun no existe. En este mundo, una fantasía se presenta como posibilidad. Los personajes, capaci-

dades, sucesos se presentan como posibles dentro de cierto contexto o ciertos límites. En este sentido se apela a la ciencia para usarla como recurso para crear esta realidad fantástica.

Pero un libro o una película de ciencia ficción no es un artículo científico. No intenta contar hechos ciertos ni conocimientos reales, solo posibilidades dentro del imaginario científico. Aquí podemos encontrar autores que manejan con mayor o menor rigor el conocimiento. Autores como Isaac Asimov, quien era doctor en Bioquímica, se preocupaba mucho por que los conceptos científicos vertidos en sus novelas y cuentos tuvieran rigor, dentro de ciertos límites. Philip K. Dick daba más libertad a sus creaciones y no le importaba si era muy científico o no. Ambos son estupendos.

La ciencia ficción de calidad presenta ideas innovadoras y creativas que estimulan la reflexión intelectual sobre diversos temas de nuestra realidad, tanto en los dilemas del presente como algunos que se anuncian como futuros. No es ciencia, es literatura.

Interestelar es una película de ciencia ficción en este sentido. Puede gustarnos o no, pero deberíamos centrarnos en su calidad cinematográfica, la historia que nos cuenta y los logros o tropiezos del film para atraparnos y meternos en la historia. El director, como un autor, se toma ciertas libertades, a veces demasiadas, para convencernos y entretenernos.



Hay quien ve los errores de Interestelar como inexactitudes científicas. Creo que estos críticos no han entendido nada, por que su capacidad para lidiar con la fantasía y la imaginación es muy limitada. Cuando vamos al cine (como cuando leemos un libro), debemos despojarnos de un excesivo razonamiento científico. Debemos disponernos a ser crédulos por un momento. De otra manera no disfrutaremos nada. Interestelar es una película de ficción, no un documental de ciencia.

La ficción tiene una importancia capital en el desarrollo del pensamiento. Nos impulsa a sentirnos, movernos y experimentar en una realidad o múltiples realidades distintas. Aunque sepamos que esas realidades son falsas, nuestro cerebro las asume como reales durante la experiencia y de esta manera aprende. Aquí radica la capacidad del director o el escritor para adentrarnos en su propio

mundo, en su propia capacidad de ver esas realidades falsas y convencernos, al menos por un rato, de que estamos viviendo en esos mundos. Hay, por supuesto mucha literatura científica al respecto.

A mí me gustó Interestelar, la disfrute y me hizo recordar grandes cintas de ciencia ficción a las cuales les lanza innumerables guiños. Por supuesto que no supera, en mi opinión, a “2001: una odisea del espacio” de Stanley Kubrick o “Blade Runner” de Ridley Scott, pero esto no es un concurso. Véala, disfrútela, déjese engañar un ratito y luego reflexione sobre muchas de sus propuestas, revise algunos de los conceptos que usa y... aprenda.

¿Cuál es el falso debate? Interestelar no es ciencia, es ficción...■



Interestelar o un debate falso...





EVAPORACIÓN SIN HERVIR

Salvador Jara Guerrero



Es conocido por todos que el agua cuando se enfría se convierte en hielo y cuando hierve se convierte en vapor.

Pero, ¿has notado que los charcos desaparecen sin que hierva el agua?

En algunos casos puede ocurrir que el agua sea absorbida por la tierra y que por eso desaparezca, pero seguramente has notado que los charcos que se forman sobre el pavimento de concreto igualmente se secan.

Si no estás convencido de que el agua no es absorbida por el pavimento prueba el siguiente experimento:

Pon un poco de agua en una tapadera de metal de cualquier frasco de vidrio y déjala a la intemperie, al siguiente día no quedará nada de agua.

Ahora, en dos frascos anchos pon igual cantidad de agua y tapa uno de ellos, después de varias horas notarás que el frasco sin tapa contiene menos agua.

Lo que ocurre en los experimentos anteriores es que el agua se está evaporando, ¿sin hervir?, sí, ¡sin hervir!

El agua está formada de moléculas que se están moviendo rápidamente, cuando las calentamos se mueven más aprisa y al hervir adquieren la suficiente velocidad para separarse unas de otras y volar hacia el aire. Pero aún sin hervir, como no todas las moléculas se mueven a la misma velocidad, las más rápidas que están en la superficie del líquido son capaces de separarse y quedar desligadas de las demás, es decir escapan hacia el aire.

Podemos ayudar a que la evaporación sea más rápida si damos mayor velocidad a las moléculas y podemos hacerlo de dos maneras: una es calentado el líquido y otra es soplando en su superficie como lo hace el viento. Ahora también te puedes explicar cómo es que se seca la ropa, el agua se evapora ayudada por el viento.

Puedes hacer otro experimento, pon la misma cantidad de agua en dos frascos iguales, pero en uno pon agua fría y en el otro agua tibia y déjalos destapados. Después de unas horas en ambos habrá menos agua, pero se habrá evaporado mayor cantidad del agua tibia porque al estar más caliente sus moléculas se mueven más de aprisa y pueden separarse más fácilmente.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Coordinación de la Investigación Científica



eureka FORUM 1000 HERE AND NOW

REVISTA CIENCIA NICOLAITA ISSN: 0190-9178

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

La Casita de la Ciencia Departamento de Comunicación de la Ciencia

Coordinación de la Investigación Científica
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Inicio | Coordinación | Programas | Publicaciones | SNI | Academias | Patentes | Multimedia | Noticias | Divulgación | Eventos | Contacto

Seleccionar idioma

Requisitos para tesis
Doctorados Honoris Causa
Catálogo de Servicios
Ranking de la UMSNH

Cal. de Actividades

Noviembre 2014

Créditos
Ubicación
Recomienda la página

TIENE EL MISMO VALOR UN BUEN CIENTÍFICO QUE UN BUEN CREADOR: TINOCO RUIZ
Morelia, Mich., a 3 de noviembre de 2014.-Las funciones sustantivas de la Universidad son la docencia, la investigación, la difusión de la cultura y ...

Bases de Datos CONRICyT

Convocatorias

- Fundación Carolina
- CONACYT
- CECTI
- Academia Mexicana de Ciencias
- Maestría en Ciencias en Biología Experimental
- Premios en Salud Carlos Slim 2015
- UC MEXUS-CONACYT Grants for Collaborative Projects
- UC MEXUS-CONACYT Postdoctoral Research Fellowships for Mexican Ph.D.s

4^{to}. Biotecnología Alimentaria y Ambiental
13.14 noviembre 2014
Morelia Michoacán México

www.cic.umich.mx
cic@umich.mx
webcicumsh@gmail.com