

**SINAPSIS:** PARA ENTENDER  
EL FUNCIONAMIENTO CEREBRAL

# CIENCIA Y DESARROLLO

ENERO 2008 VOLUMEN 34 NÚMERO 215 MÉXICO

→ INVESTIGACIÓN  
EN EL **COLMICH**

## ECOSISTEMAS EN MEXICO

→ INVESTIGACIÓN DE LARGO PLAZO

- ECOSISTEMAS: MANEJO Y RECURSOS
- ECO-HIDROLOGÍA
- PLATAFORMA DE INFORMACIÓN

\$20.00



**HÉLIX:**  
Descubre  
el nano-mundo



**ENTREVISTA:**  
**Burbujas**  
al rescate

**LA CIENCIA EN MÉXICO:**  
Contra la muerte  
neuronal

# Nuestro → contenido



## ECOLOGÍA

### → INVESTIGACIÓN A LARGO PLAZO

- **La Red Mex-LTER** | Manuel Maass y Miguel Equihua | 17
- **Perturbaciones sobre ecosistemas mexicanos** | Luis Eduardo Calderón aguilera et al. | 19
- **Eco-hidrología y demandas de agua** | Víctor H. Rivera Monroy et al. | 19
- **Manejo de ecosistemas a largo plazo** | Enrique J. Jardel Peláez et al. | 19
- **Ciclos de nutrientes y cambio ambiental** | Elizabeth Huber Sannwald et al. | 19
- **Información para la investigación colectiva** | Víctor H. Rivera Monroy et al. | 19
- **Biodiversidad, generadora de bienes y recursos** | Víctor H. Rivera Monroy et al. | 19



## PORTADA

ENERO 2008  
VOL. 34  
NÚMERO 215

### → CADA MES

04 En el mundo

06 ENTREVISTA

Isidro Ublado y Nelson Huitrón

→ JOSÉ LUIS OLÍN MARTÍNEZ

12 Descubriendo el Universo

Astrobiología, una nueva ciencia (II)

→ JOSÉ DE LA HERRÁN

14 Un paseo por los cielos

Enero

→ JOSÉ DE LA HERRÁN

56 Reseña

64 La ciencia y sus rivales

Fugitivos en busca de la Vía Láctea

→ MARIO MÉNDEZ ACOSTA

76 Centros Conacyt

68 Productos de la ciencia

70 En México

### → EN INTERNET



Conoce la versión digital  
de *Ciencia y Desarrollo*

[www.conacyt.mx](http://www.conacyt.mx)

CIENCIA  
DESARROLLO  
TU ALCANCE

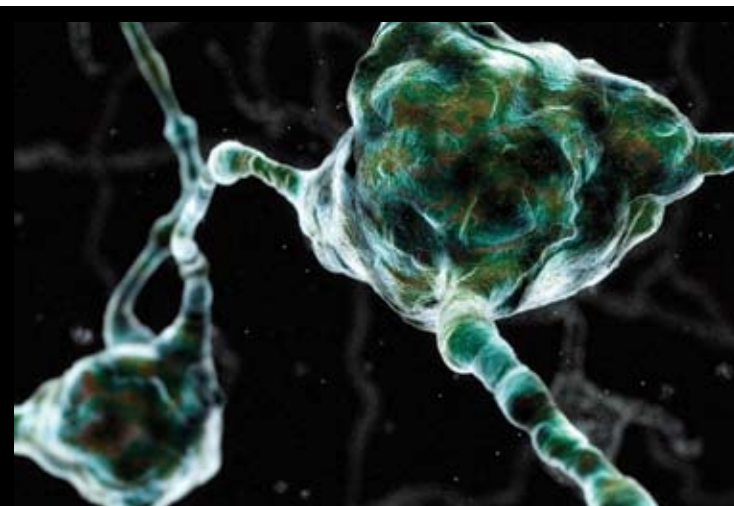
### → EN ESTE NÚMERO



08

#### → INVESTIGACIÓN EN EL COLMICH

Hans Roskamp



62

#### → LA SINAPSIS Y EL CONECTOMA

Rafael J. Salín Pascual



## Propuesta contra las adicciones

El problema de las adicciones afecta a muchas personas en el mundo, sin importar su sexo, edad o nivel socioeconómico, por esta razón, científicos de la Universidad Católica de Chile iniciaron un proyecto de investigación a partir del cual identificaron la región del cerebro en la que se presenta el deseo de consumo de sustancias adictivas.

El equipo de investigación formado por el doctor Fernando Torrealba, Marco Contreras y Francisco Ceric, encontró que la ínsula o corteza insular, además de percibir sensaciones vagas que se originan en el cuerpo y algunas emociones, también es capaz de controlar la conducta para que éstas se resuelvan de alguna manera. Por sus características y funciones, la corteza insular juega un papel relevante en el deseo de consumir alguna sustancia adictiva.

Durante la investigación, se inactivó esta parte del cerebro mediante la aplicación de un anestésico que bloquea los canales de sodio de ratas adictas a las anfetaminas, después se les administró litio, una sustancia que se utiliza para tratar trastornos en el estado de ánimo; los científicos notaron que estos animales se comportaron de manera normal y desapareció el deseo de consumir drogas.

Ésta es la primera vez que se logra inactivar una parte del cerebro de forma reversible. Aunque el estudio no se ha aplicado a seres humanos, se espera que en un futuro este método forme parte del tratamiento para controlar las adicciones, pues, además de aliviar el dolor y los malestares que éstas provocan, también pueden incidir en tratamientos de algunas enfermedades mentales.

## Lentes de nano cristal

En el mundo hay muchos casos criminales sin resolver; detectar las huellas de los delincuentes, en ocasiones, se vuelve un proceso tan complicado y lento que requeriría de un verdadero James Bond de película para lograr atrapar a quienes cometen una falta.

Por esta razón, científicos tailandeses del Instituto de Tecnología Rey Mongkut de Ladkrabang y del Instituto de Nanotecnología desarrollaron unos lentes con los que es posible detectar fluidos corporales como saliva y esperma, además de huellas dactilares, entre otros elementos.

Los plásticos de estas gafas contienen nanocristales hechos a base de oxinitrido indium que les confieren la capacidad de filtrar diferentes longitudes de ondas lumínicas de entre 450 y 630 nanómetros (nm). De esta forma es posible detectar, al momento de verla, toda la evidencia invisible de manera fácil y rápida.

Aunque en la actualidad los equipos forenses utilizan una fuente de luz con una función similar, no logran resultados con tanta inmediatez, ya que, mediante los métodos hoy en



uso, cada fluido debe ser identificado con diversa longitud de onda y los cristales apropiados, generalmente en un laboratorio, por lo que, sin duda, estas gafas representan un avance en las técnicas forenses.

Afortunadamente, la tecnología se desarrolla tan rápido, que pronto los cuerpos de seguridad tendrán las herramientas para dar solución a muchos casos sin resolver.

## Nuevo agujero negro

→Astronautas del Centro de Astrofísica Harvard-Smithsonian, en Cambridge, Massachusetts, detectaron en la Constelación Cassiopeia, en la galaxia IG10, a 1800 millones de años luz de la Tierra, un agujero negro entre 24 y 33 veces mayor que el Sol, creado a partir de la muerte de varias estrellas.



## Experiencias extracorporales

A lo largo del tiempo, las personas han sentido curiosidad por las experiencias extracorporales, aquellas en las cuales parece que el cuerpo se separa del *yo interno* y logran tener la visión de estar ubicados en otro lugar. Hasta hoy sólo se sabía que esta experiencia podía alcanzarse con el uso de algunas drogas o como resultado de trastornos cerebrales.

A este respecto, un grupo de neurocientíficos de la Universidad de Londres y el Instituto Karolinska, de Estocolmo, encabezados por Henrik Ehrsson, logró estimular el cerebro de varios voluntarios a través de técnicas de realidad virtual.

Para ello colocaron lentes de realidad virtual a un voluntario, mientras dos cámaras situadas a espaldas de él transmitían hacia los lentes su propia imagen.

Una vez instalado este mecanismo, los investigadores tocaron de manera simultánea la espalda del participante y de la imagen virtual, provocando en el individuo la sensación de estar sentado detrás de su otro yo, lo cual causó que se sintiese amenazado.

Los neurocientíficos explican que esta ilusión perceptiva es posible ya que los circuitos del cerebro sufren una desconexión provocando en la persona la sensación de separación del cuerpo.

Esta técnica puede ser utilizada para llevar a cabo tareas de teleoperación, mediante un sistema que permite manipular equipos robotizados desde una zona remota; por ejemplo, en cirugías a larga distancia, y para resolver cuestiones como la percepción que tienen los seres humanos sobre sus propios cuerpos.



## Tratamiento contra el pie diabético

Una de las complicaciones más comunes en la diabetes son las lesiones ulcerosas en el pie que muchas veces surgen a partir de rozaduras al caminar o a causa de una pequeña herida, pudiendo llegar a provocar la amputación de la extremidad.

En el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB) de Cuba, científicos desarrollaron, a partir del factor de crecimiento epidérmico humano recombinante (FCE Hu-r), un fármaco llamado *Heberprot* que combate la insuficiente cicatrización de los diabéticos.

Heberprot se aplicó a 29 personas con úlceras resistentes a tratamientos convencionales –mayores a 20 centímetros cuadrados–, de las cuales 17 lograron salvar sus pies de una amputación, con lo cual la prueba de este fármaco concluyó con éxito.

Heberprot es una solución inyectable que se aplica varias veces a la semana en la zona dañada, ayuda al restablecimiento del tejido de granulación;\* actúa como *soldadura* en heridas abiertas, reduciendo notablemente la necesidad de intervenciones quirúrgicas; además de prevenir la aparición de complicaciones como gangrena y, consecuentemente, las amputaciones.

De manera adicional, disminuye los tiempos de recuperación y mejora la calidad de vida con un bajo costo hospitalario. Según Ernesto López Mola, del equipo de investigadores, hasta el momento, más de 250 pacientes se han beneficiado con este tratamiento.

Los investigadores cuentan con patentes en Australia, Singapur, Sudáfrica y, próximamente, en México y Canadá.

\* Aquel que se forma durante el proceso de curación de una herida que no cicatriza en la primera intención, constituido por numerosos capilares rodeados de colágeno fibroso.

## BURBUJAS PARA SALVAR AL PLANETA

Además de ser útiles para entretener a los niños, las burbujas de jabón son un eficiente instrumento para capturar los contaminantes emitidos por la industria y mantener limpio el aire que respiramos.

Isidro Ubaldo Espinosa y Nelson Huitrón González, ingenieros egresados del Instituto Tecnológico de Toluca, desarrollaron un colector de partículas para gases de chimeneas industriales y CO<sub>2</sub>, el cual utiliza burbujas de jabón biodegradable para capturar las partículas PM<sub>10</sub> (menores a 10 micrómetros de diámetro) y el CO<sub>2</sub>, producto de la combustión ocurrida en hornos, incineradores y calderas industriales. Este proyecto les llevó a ganar el primer lugar en la categoría de Ciencias Ambientales, en la XI Expociencias Internacional ESI 07, evento celebrado en Durban, Sudáfrica, en julio del año pasado.

De acuerdo con el investigador –quien realiza la maestría en ciencias e ingeniería ambiental, en la UAM - Azcapotzalco–, en el mercado hay diferentes dispositivos para eliminar los contaminantes industriales, pero los más eficientes son los *scrubbers* o lavadores húmedos de gases. “Los *scrubbers* utilizan agua como líquido lavador; en estos dispositivos el gas contaminante es inducido a chocar con el agua, en la que quedan atrapadas las partículas PM<sub>10</sub>; posteriormente, el aire sale con un nuevo grado de pureza. La eficiencia de estos lavadores va de 80 a 97 por ciento”.



FOTO: MIGUEL VALLE

### ISIDRO UBALDO ESPINOSA

- Es ingeniero químico por el Instituto Tecnológico de Toluca.
- Realiza la maestría en ciencias e ingeniería ambiental, en la UAM – Azcapotzalco.
- Junto con su compañero Nelson Huitrón González, obtuvo el primer lugar en la categoría Ciencias Ambientales, de la XI Expociencias Internacional ESI 07, celebrada en Sudáfrica.

### NUESTRO DISEÑO, UNA FUSIÓN

Para desarrollar su colector de partículas, los investigadores fusionaron dos tecnologías: “El colector húmedo tipo tubo Venturi tiene un cuello de botella para capturar la mayor cantidad de partículas; y también utilizamos la tecnología de campanas de extracción, justamente para concentrar las partículas en el cuello de botella”, comentó Isidro Ubaldo.

El gas contaminante entra por un extremo del colector, viaja al centro del mismo, donde se forma el cuello de botella y ahí se inyecta burbujas de jabón biodegradable; no agua, como en los colectores convencionales.

“La innovación es que ya no usamos cortinas de agua, sino que inyectamos un chorro de

burbujas, las cuales por su mayor adherencia colectan más partículas. Nosotros calculamos que la eficiencia de nuestro colector es de 98%, es decir, por cada 100 partículas que salen de la chimenea, 98 son atrapadas por las burbujas”.

Una vez que el aire contaminado pasa por el sistema de burbujas sigue su camino, mientras que las partículas  $PM_{10}$  capturadas chocan con un par de mamparas de malla metálica, las cuales tienen la función de evitar que las partículas encerradas en las pompas de jabón escapen.

Las mamparas bloquean prácticamente todo el colector, sólo “dejamos libre una sexta parte de la altura total para que el aire siga su camino; en tanto, las burbujas chocan con las mamparas, se rompen y las partículas resbalan convertidas en lodo”.

La efectividad de las burbujas de jabón para capturar las partículas  $PM_{10}$  tiene su explicación en las cargas eléctricas positivas y negativas de la solución y de los propios contaminantes.

“Las partículas contaminantes tienen cargas parcialmente negativas o positivas y el jabón biodegradable que se diseñó y se está proponiendo para el colector tiene dos cabezas: polar y no polar. Esto significa que las partículas  $PM_{10}$  se adhieren fácilmente al jabón, debido a una simple conexión de cargas opuestas: positivo y negativo”.

Respecto a la eficiencia para capturar las moléculas de  $CO_2$ , el estudiante de maestría señaló que todavía no se han realizado las pruebas correspondientes, pero están seguros de que las atrapan, pues al jabón biodegradable empleado en el colector se añadió un absorbente de  $CO_2$ .

### TECNOLOGÍA CON FUTURO

Respecto a la utilización de esta tecnología, el ingeniero Isidro Ubaldo Espinosa expresó que se planea, con apoyo del gobierno del Estado de México, vender el colector de partículas a las plantas industriales de la entidad.

“Cuando regresamos del evento en Sudáfrica se hizo difusión del proyecto en el estado, visitamos al gobernador, quien nos ofreció asesoría jurídica para acelerar la patente y nos puso en contacto con la Secretaría del Medio Ambiente de la entidad para realizar, con apoyo de esta instancia, las pruebas necesarias al colector”.

“Lo que se está planteando es trabajar conjuntamente con el gobierno para que, a través de la Secretaría, se pruebe y venda el dispositivo a las empresas interesadas; en este caso el gobierno fungiría como una aval para evitar que alguien pudiera clonar el colector”.

Sobre a qué empresas podría ser útil el desarrollo de los jóvenes mexicanos, Isidro Ubaldo Espinosa dijo: “pueden utilizarlo todas las plantas generadoras de humo, porque en el humo están las partículas  $PM_{10}$ . Específicamente pueden emplearlo siderúrgicas, cementeras, fábricas de pintura, entre otras.” Pero el colector de partículas tiene un valor agregado: permite producir carbonato de sodio a partir de las moléculas de  $CO_2$  capturadas.

Las partículas  $PM_{10}$  contenidas en el jabón se convierten en lodo, el cual “filtramos para eliminar los contaminantes y agregamos hidróxido de sodio para obtener carbonato de sodio, un subproducto que se usa en la industria”.

### FE DE ERRATAS

En nuestro número 212, por un error inexcusable, al hablar de la tuberculosis y la posible confección de una vacuna, dijimos que era necesario impedir la reactivación del virus en estado latente. Ese supuesto virus es una bacteria y, particularmente, un bacilo. A nuestros lectores ofrecemos una disculpa.

**QUADRATO**  
DISEÑO Y DESARROLLO DE PÁGINAS Y APLICACIONES WEB

Diseño y desarrollo de aplicaciones para Internet  
Diseño y desarrollo de Sitios o Páginas Web  
Rediseño de Sitios o Páginas Web  
Mantenimiento de Sitios Web  
Hospedaje Web  
Herramienta Anti-Spam y Anti-Virus (Postini Partner)  
Creación de CD o DVD interactivo  
Diseño y envío de boletines electrónicos masivos (e-mailing)  
Optimización de Sitios Web para su registro en buscadores

Ante la necesidad de contar con instituciones académicas de nivel superior en la provincia mexicana, a principios de 1979 se fundó El Colegio de Michoacán, en Zamora, población ubicada en el noroeste del estado de Michoacán.

# XXIX ANIVERSARIO DE EL COLEGIO DE MICHOACÁN

**HANS ROSKAMP**

**E**n sus casi 29 años de existencia, El Colegio de Michoacán (COLMICH) ha cobrado relevancia tanto en la investigación como en la docencia circunscritas en el área de las ciencias sociales y las humanidades en México y en el extranjero.

Entre los logros principales de El COLMICH se puede mencionar la formación de recursos humanos de alta calidad, los cuales se han colocado como académicos y administradores en múltiples instituciones públicas de investigación y docencia, así como en puestos gubernamentales; también resalta la alta productividad y calidad en la investigación, cuyos resultados han sido plasmados en numerosas intervenciones en foros (conferencias, ponencias, etcétera) y, sobre todo, en publicaciones nacionales e internacionales (libros, capítulos, artículos, reseñas y citas).<sup>1</sup>

## ¿INVESTIGACIÓN, PARA QUIÉN?

El impacto de las actividades mencionadas no se limita al ambiente exclusivamente académico, trasciende incluso a otros ámbitos mediante proyectos multidisciplinarios e interinstitucionales que propician la vinculación con una amplia gama de sectores sociales, así como con diversas instituciones municipales, estatales y nacionales.

Por ejemplo, en el marco del proyecto “Sustentabilidad patrimonial en la cuenca del río Tepalcatepec” se generan conocimientos que sirvan de base para el manejo sustentable del patrimonio natural, histórico y cultural de la cuenca. Además, a través de la integración de un grupo de trabajo que pueda generar un modelo de intermediación estratégica entre distintas disciplinas, instituciones y la población local, se pretende impulsar un desarrollo que se traduzca y sustente en la capitalización del patrimonio natural y cultural.



1. Véase también Rafael Diego Fernández, “El Colegio de Michoacán: un cuarto de siglo de historia”, en *Ciencia y Desarrollo*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, Noviembre-Diciembre 2003, pp.16-21.





Cabe destacar que uno de los resultados importantes del proyecto fue el registro de la marca colectiva del queso Cotija (Michoacán), lo que permitió que este producto alimenticio pudiera participar en un concurso internacional, en Italia, donde obtuvo el premio al mejor queso extranjero.

También se puede mencionar el "Proyecto reserva patrimonial del cerro Curutarán", a partir del cual se realiza un estudio de los recursos patrimoniales naturales, arqueológicos e hidráulicos que promueva y permita la protección legal de El Opeño (Michoacán), uno de los sitios arqueológicos más antiguos de Mesoamérica, y de su entorno natural y sociocultural. Para lograrlo se trabaja directamente con ejidatarios y autoridades municipales, con los propietarios de terrenos, y con la población local en general.

La preocupación por la vinculación de la academia con otras instituciones y sectores de la sociedad está claramente expresada en la política gubernamental en el rubro de ciencia y tecnología, la cual enfatiza el papel que debe jugar la investigación en el contexto de desarrollo y bienestar social en los ámbitos regional y nacional.



## IMPULSO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO

La creación de indicadores adecuados para la estimulación y evaluación de estas relaciones, además del impacto social, no es una tarea fácil y requiere de modelos complejos que combinen criterios tanto cuantitativos como cualitativos. Conviene tener en cuenta que existe una amplia variedad no sólo en la generación y transmisión, sino también en la utilización de los resultados del quehacer académico. Por ejemplo, las investigaciones pueden influir directamente en la transformación o generación de políticas y prácticas (impacto instrumental), aunque el efecto también puede ser apenas detectable e involucrar principalmente cambios en el conocimiento y comprensión de los actores sociales (impacto conceptual).<sup>2</sup> Por lo tanto también es imprescindible definir adecuadamente los conceptos claves de impacto, desarrollo y bienestar social que por lo general son entendidos con una preeminencia de criterios económicos, reduciendo la compleja realidad a una cuestión de estadística. Obviamente tampoco puede dejarse de lado la reflexión crítica sobre el quehacer científico, mismo que debe incluir el tema de la ciencia básica y la ciencia aplicada.

Con el fin de contribuir a la discusión, el 15 de enero de 2008, en el marco de su XXIX aniversario, El Colegio de Michoacán organiza un debate sobre el papel de las ciencias sociales y las humanidades en las importantes relaciones ciencia, tecnología y sociedad, en el caso de México.

Se ha invitado a un selecto grupo de académicos con una sólida experiencia en las mencionadas áreas del conocimiento, la administración institucional y la política gubernamental. Los participantes provienen del propio Colegio, el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), El Colegio de México (COLMEX), el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

El evento también será transmitido en vivo vía internet ([www.colmich.edu.mx](http://www.colmich.edu.mx)). En cuanto al último servicio cabe agregar que será posible realizar preguntas y comentarios a través del correo electrónico.

---

2. Véase Huw Davies, Sandra Nutley e Isabel Walter, "Approaches to Assessing the Non-Academic Impact of Social Science Research", Report of the ESRC Symposium on Assessing the Non-Academic Impact of research, mayo 12-13, 2005, *Economic and Social Research Council*, Inglaterra. Texto consultado en Internet, el 19 de noviembre de 2007: <http://www.esrcsocietytoday.ac.uk>

→ A TRAVÉS DEL PROYECTO “SUSTENTABILIDAD PATRIMONIAL EN LA CUENCA DEL RÍO TEPALCATEPEC” SE GENERA CONOCIMIENTO BASE PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL PATRIMONIO NATURAL, HISTÓRICO Y CULTURAL DE LA CUENCA





# LA ASTROBIOLOGÍA UNA NUEVA CIENCIA (II)

Una de las preguntas que ha estado presente en nuestras mentes, tal vez desde que los seres humanos comenzaron a pensar en la inmensidad del Universo, ha sido: ¿Estamos solos en él...?

**E**sta pregunta causó muchos problemas a quienes dejaron correr en sus mentes los pensamientos lógicos. Sí, hablamos de ese pensamiento lógico que se consolidó en tiempo de los filósofos griegos, que surgió de nuevo durante el Renacimiento y ocasionó graves fricciones entre los defensores de las tradiciones religiosas y los que defendían los entonces recientes descubrimientos sobre las leyes físicas que controlan los movimientos de los planetas en nuestro sistema.

## ¿VIDA EXTRATERRESTRE...?

El telescopio engrandeció el concepto que se tenía del Universo y, a fines del siglo XIX y principios del siglo XX, Schiaparelli y Lowell pusieron de moda la idea de que en Marte existían civilizaciones tal vez más avanzadas que las nuestras.

En el presente, después de 50 años de iniciada la Era Espacial y la exploración planetaria, todavía no sabemos si existe o existió algún tipo de vida en Marte y se especula que pueda haberla en los satélites Titán y Europa.

Al mismo tiempo, y en contraste, ahora sabemos que aquí en la Tierra existe vida en medios con muy altas temperaturas y a extraordinarias profundidades en los océanos, en ausencia de luz y a grandes altitudes; también conocemos la existencia de esporas que resisten años en el vacío sin perecer.

Por otra parte, hace apenas un par de decenios que se han descubierto grandes planetas que giran en torno de lejanas estrellas; estos

descubrimientos son indirectos, pues lo que sabemos de dichos planetas, unas veces se debe al *bamboleo* que causan en la trayectoria de sus estrellas y otras a su cambio de luminosidad si ellos las eclipsan parcialmente; sin embargo, no tardaremos en descubrir planetas del tamaño del nuestro conforme se den los adelantos tecnológicos necesarios.

Lógica y estadísticamente hablando, es casi una certitud que vida, y vida inteligente en particular, existe en otros planetas de nuestra galaxia, simplemente por los cientos de millones de estrellas que pueblan la Vía Láctea, millones de ellas con características similares a las de nuestro Sol, para no mencionar las miríadas de galaxias que sabemos habitan el Universo a distancias de millones de años-luz de nosotros... Vida basada en distintos elementos y diferentes condiciones que las nuestras. ¿Porqué no...? Sin embargo, no tenemos idea alguna de cómo esta vida diferente pueda ser... Solamente podemos especular...

## NO ESTAMOS PREPARADOS AÚN

¿Qué más se necesita para iniciar viajes interplanetarios y más tarde interestelares, además de los adelantos tecnológicos indispensables...?

Es evidente que nosotros los humanos tenemos que madurar respecto a nuestra habilidad para vivir en paz y en armonía. Resulta bastante difícil aceptar que, siendo seres inteligentes, no hayamos aprendido a vivir así. Con un cerebro altamente desarrollado y capaz, no solamente de

entender cómo aprovechar materiales y formas vivas que la naturaleza ha puesto a nuestro alcance, sino también de inventar la escritura, las matemáticas, la música; de descubrir las leyes de la naturaleza y desarrollar el pensamiento abstracto, no hayamos –después de miles de años– aprendido a vivir en paz y armonía...

Así que, para llegar a las estrellas, primero tendremos que alcanzar estabilidad social, no en pequeños grupos, sino en el conjunto de toda la humanidad.

Ciertamente, la astronáutica está ofreciendo un buen comienzo; aprender a estar físicamente aislado por largos periodos de tiempo en pequeñas astronaves o en las estaciones espaciales orbitando en torno al planeta Tierra, es un paso en la dirección correcta. Debemos tomar en cuenta la gran transformación psicológica que las mentes de los astronautas y cosmonautas han sufrido simplemente por estar unas cuantas horas posados en la Luna, mirando y pensando en nuestro planeta, durante los viajes *Apollo*, y lo mismo ha sido cierto para los cosmonautas que han estado por cientos de días en la estación orbital Mir. Sin embargo, viajar a Marte, por no mencionar misiones más lejanas, es otra cosa; significa estar físicamente desconectado de la Tierra, sin posibilidades de recibir ayuda alguna durante años y obliga a tener hasta el más mínimo detalle resuelto antes de la partida para que la misión sea exitosa y, lo más importante, que la tripulación, compuesta de seres humanos capaces y altamente preparados, hayan aprendido a vivir en armonía dentro de sus mentes y que sus sentimientos estén firmemente adaptados para trabajar de ida y vuelta de modo que la buena voluntad, la amistad y el comportamiento inteligente superen cualquiera de las dificultades que naturalmente se han de presentar en una empresa tan compleja y novedosa.

Justamente ahora, en las afueras de Moscú, ingenieros y científicos están terminando dos maquetas a escala natural de las dos astronaves tripuladas que los rusos piensan enviar a Marte antes de 2020; estas maquetas equipadas tal y como lo estarán las naves verdaderas, serán el hábitat, durante 500 días, de un equipo de



científicos-cosmonautas muy bien preparados, quienes visitarán Marte, nuestro planeta vecino.

Se tiene considerado desde los cálculos de von Braun en su libro *El proyecto Marte* de 1955, que un viaje así debe durar unos 6 meses de ida, una estancia en Marte de cerca de un año y otros 6 meses para volver...

Durante esos 500 días, no habrá forma de salir de las maquetas (astronaves) que son cada una como del tamaño de un vagón de ferrocarril y la única comunicación con el planeta Tierra será por radio, a sabiendas de que cada llamada tardará en ser contestada unos 30 minutos, tiempo promedio que las señales electromagnéticas toman en ir y venir durante el viaje real...

Deseamos la mejor suerte para los valientes que estarán 500 días aislados en este ensayo, experimento que mostrará, como ya dijimos, que la buena voluntad, la inteligencia y la armonía que tendrán que aplicar, son las cualidades indispensables para que un grupo así logre sus objetivos y esperamos que estos atributos aplicados por el grupo, en poco tiempo se hagan extensivos a toda la humanidad para nuestro provecho.

Queremos que la astrobiología tenga gran impacto en la juventud mediante su divulgación, ya que esta nueva ciencia, además de servirse de las ciencias físicas, tiene una fuerte connotación filosófica; es importante que todos, pero especialmente los jóvenes de este planeta, la conozcan, la asimilen en su contenido humano y la apliquen como una verdadera filosofía de la vida en todos sus niveles. ●



## DE ENERO

ESTE SIEMPRE HA SIDO UN MES IDEAL PARA LA ASTRONOMÍA EN LA MESETA CENTRAL, DEBIDO A QUE EL CIELO NORMALMENTE PERMANECE DESPEJADO UN GRAN NÚMERO DE NOCHES Y, A PESAR DEL FRÍO, PODEMOS DISFRUTAR DE LAS MARAVILLAS QUE NOS REGALA EL FIRMAMENTO.

**A**demás, en toda la república mexicana, al anochecer y mirando hacia el noroeste, podemos apreciar, en la constelación Andrómeda, la gran galaxia espiral del mismo nombre, único objeto extragaláctico visible a simple vista. Para situarla, busquemos la estrella polar, subamos la vista hacia al noroeste y hallaremos cinco estrellas que forman una "M": Es la constelación Perseo. Subiendo la vista en la misma dirección se halla la constelación Andrómeda, en la cual veremos una pequeña nube en forma de elipse; es la gran Galaxia de Andrómeda que, vista con binoculares, resulta impresionante.

No menos impresionante es la gran Nebulosa de Orión, también visible a simple vista, nube de hidrógeno ionizado que forma parte de la *espada* que pende del *cinturón* del gigante, formado por tres estrellas del mismo brillo y alineadas –también conocidas como los tres Reyes Magos–. Orión se halla sobre nuestras cabezas a media noche, a mediados del mes y es muy fácil de localizar.

Rigel, la estrella más brillante de Orión, es la primera del gran *Exágono de invierno* formado por las estrellas y, girando la vista en el sentido de las manecillas del reloj, podemos ver Sirius del Can Mayor (la estrella más brillante del cielo), porción del Can Menor (ambos canes acompañan al cazador Orión en sus andanzas), Pollux de la constelación Gémini (los Gemelos),



→ ANDRÓMEDA

Capella la estrella más al norte del exágono y principal de la constelación Auriga (el Cochero) y la estrella Aldebarán que cierra el exágono, principal estrella de la constelación Taurus (el Toro), segunda constelación del Zodiaco.

Como planetas visibles están: Marte, que acaba de pasar cerca de la Tierra, muy brillante (magnitud = -1.4) sobre nuestras cabezas, al norte de Orión, Saturno (mag. =+0.6) en la constelación Leo, levantándose en el este y Venus aún muy brillante (mag. = -4.3), un poco al norte de la constelación Scorpius, en el este al amanecer. Júpiter está muy cerca del Sol para ser visible en el mes.

### → Coordenadas de los planetas (al 15 de enero)

	Ascensión recta	Declinación
Urano	23 horas 08' 14"	-06 grados 12' 02"
Neptuno	21 horas 33' 04"	-14 grados 44' 09"

## → EFEMÉRIDES

### → ENERO

**El día 3**, la Tierra se halla en perihelio, su menor distancia al Sol que es de 147 millones de kilómetros.

**El día 4**, por la noche, ocurre la lluvia de estrellas las Cuadrántidas.

**El día 19**, Marte en conjunción con la Luna, en la constelación Taurus.

**El día 21**, Mercurio en su máxima elongación este visible en el oeste, al anochecer.

**El día 24**, Saturno en conjunción con la Luna, en la constelación Leo.

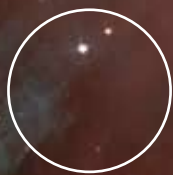
**El día 30**, Júpiter en conjunción con Venus en el este, poco antes de la salida del Sol.

## Lluvias de estrellas

De las tres lluvias de estrellas que ocurren en enero, las Cuadrántidas son las más notables; esta lluvia tiene su máximo la noche del 4 al 5. Son pequeñas partículas de cuatro o cinco milímetros de tamaño que entran a nuestra atmósfera a mediana velocidad (unos 40 kilómetros por segundo) y dejan estelas blancas y persistentes por una fracción de segundo. Este año su observación resulta favorable por estar la Luna casi nueva, saliendo hasta después de media noche.

## → FASES DE LA LUNA

APOGEO  
DÍA/HORA



03 / 02  
30 / 22

NUEVA  
DÍA/HORA



08 / 06

CRECIENTE  
DÍA/HORA



15 / 14

PERIGEO  
DÍA/HORA



19 / 02

LLENA  
DÍA/HORA



22 / 08

MENGUANTE  
DÍA/HORA



29 / 23



# RED MEXICANA DE INVESTIGACIÓN ECOLÓGICA A LARGO PLAZO

## MANUEL MAASS Y MIGUEL EQUIHUA

Los procesos que ocurren en la naturaleza se dan a diferentes escalas espaciales y temporales, y se encuentran íntimamente conectados entre sí; sin embargo, éstos tradicionalmente se estudian de manera aislada, de acuerdo con las diferentes disciplinas (bioquímica, fisiología, ecología, geología, etc.), lo que ha generado un conocimiento muy *compartimentalizado* de la naturaleza. Aunado a esto, las evaluaciones científicas y las políticas de financiamiento de la investigación se han realizado tradicionalmente a corto plazo, lo cual ha propiciado una tendencia a estudiar procesos a pequeñas escalas, en absoluta contraposición a la manera como opera la naturaleza. Prueba de ello es la predominancia de estudios ecológicos de menos de tres años, sobre superficies de unos cuantos metros cuadrados, con enfoques separados (por áreas) y observando sólo unas cuantas especies a la vez.

Podremos visualizar que, detrás de la severa crisis ambiental global presente, está precisamente la falta de entendimiento de los procesos naturales y de los impactos que el desarrollo social y económico ha tenido en la manipulación y transformación de los ecosistemas naturales a mayores escalas (de décadas y a niveles regionales y globales).

Con el objetivo de revertir esta situación se ha creado la Red Mex-LTER<sup>1</sup> como una iniciativa para fomentar una forma de investigación que permita abordar, de manera interdisciplinaria, el estudio de fenómenos ecológicos a escalas espaciales y temporales amplias. La Red está integrada por 156 investigadores organizados en diez grupos académicos pertenecientes a más de 30 instituciones de investigación de todo el país, quienes colaboran estudiando, con preguntas y protocolos similares, los diferentes ecosistemas de México.<sup>2</sup> Los artículos que a continuación se presentan son un ejemplo de las líneas de investigación que se están llevando a cabo dentro de la Red Mex-LTER.

---

1. La Red Mex-LTER en una de las 38 redes nacionales que conforman la Red Internacional de Investigación Ecológica a Largo Plazo (I-LTER por su siglas en inglés: Internacional Long Term Ecological Research).


2. Se ha contado con el apoyo del Conacyt, el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

---

[www.mexlter.org.mx](http://www.mexlter.org.mx)

Burgos, A., J. M. Maass, G. Ceballos, M. Equihua, E. Jardel, R. A. Medellín, L. Hernández, R. Ayala y A. Equihua. (2007). "La Investigación Ecológica a Largo Plazo (LTER) y su proyección en México". *Ciencia y Desarrollo* 33(204):24-31





La agenda de investigación de la Red Mex-LTER emana de la internacional, de corte ambiental, así como de los grandes retos y oportunidades de investigación en nuestro país, y se han identificado seis áreas temáticas aplicables a ecosistemas naturales terrestres, acuáticos y ecosistemas manejados en México, para el entendimiento de:

1. Los patrones y control de la productividad primaria en los ecosistemas
2. Los patrones y control de la dinámica del agua, carbono y nutrientes en los ecosistemas
3. El papel de la biodiversidad en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas
4. Los patrones y frecuencia de las perturbaciones en los ecosistemas
5. El efecto del cambio climático en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas
6. Las interacciones al nivel de interfase entre ecosistemas manejados y naturales
7. Los criterios más adecuados para el manejo y conservación de los ecosistemas





# PERTURBACIONES SOBRE ECOSISTEMAS MEXICANOS

**LUIS E. CALDERÓN AGUILERA,  
MIGUEL MARTÍNEZ RAMOS  
Y LUCIANA PORTER BOLLAND**

Las actividades humanas, además de eventos naturales como tormentas, huracanes, incendios, sequías, inundaciones, el Niño y otros, afectan la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. La huella del hombre en el planeta, ya sea por prácticas agrícolas, ganadería, apacentamiento, actividades extractivas, cambio de uso de suelo, desarrollo costero, contaminación, represamiento de ríos, deforestación, introducción de especies exóticas..., se aprecia en todo tipo de ecosistemas y ninguno puede considerarse prístino, aun en los lugares más remotos.

**A**demás de las causas atribuidas a las actividades humanas, la naturaleza nos ha dejado sentir su fuerza destructora con huracanes como el Katrina (agosto 2005) en Nueva Orleans, o Vilma (octubre 2005) en el Caribe mexicano. Cada cambio en el estado, conducta o trayectoria de un ecosistema es conocido como *perturbación* y sus agentes causales –generalmente súbitos– son llamados *disturbios*, muchos de los cuales son parte natural de los ecosistemas y contribuyen a su conformación (cuadro 1).

El estudio de las perturbaciones y sus efectos está justificado, a la vez que motivado, ya que

algunas de ellas pueden cambiar el estado del ecosistema, aumentando el nivel de una o más variables de su estructura y funcionamiento, situaciones capaces de provocar un incalculable costo en vidas humanas (más de 13,500 entre enero y septiembre de 2007), así como daños en bienes materiales, todo debido a eventos meteorológicos (cuadro 2).

Las grandes escalas espaciales (que van de hectáreas a cientos de kilómetros cuadrados) y temporales (con duración desde días hasta décadas e, incluso, cientos de años), en las que actúan y se manifiestan las perturbaciones, requieren un enfoque metodológico que sólo una red de investigación a largo plazo puede proporcionar. Turner y colaboradores (ver bibliografía anexa) demostraron que un enfoque de red de investigación ecológica a largo plazo (ILTER, por sus siglas en inglés) enriquece notablemente el estudio de las perturbaciones al incluir ecosistemas sujetos a una amplia gama de éstas, pues proporciona información de referencia (estado inicial) y sobre el largo plazo, lo que permite detectar los cambios y medir las respuestas. Este enfoque, además, posibilita la realización de observaciones de eventos poco frecuentes o de larga duración, facilita el uso de aproximaciones multidisciplinarias, proporciona herramientas para la modelación de la dinámica de la perturbación y contribuye al manejo de los recursos bióticos.

En un país como México –megadiverso y extenso, con una gran variedad de ecosistemas– el estudio de las perturbaciones sólo puede abordarse mediante un enfoque de red de investigación ecológica a largo plazo (tabla anexa).

Por otro lado, algunos disturbios pueden cambiar el estado del ecosistema al aumentar el nivel de una o más variables de la estructura y/o el funcionamiento del mismo; por ejemplo, la contaminación con agroquímicos puede aumentar el nivel de nitrógeno o de algún otro nutriente en el suelo o, incluso, en el agua, y la adición de especies invasoras puede afectar la diversidad de especies, ya sea por exclusión competitiva, desplazando a especies nativas o por cambiar la abundancia relativa de las especies. Invasiones de especies como la macroalga *Caulerpa* pueden devastar ecosistemas completos.

Para evaluar los efectos de los disturbios sobre la estructura y/o funcionamiento de los ecosistemas trabajamos con criterios fáciles de evaluar como biomasa (o variables relacionadas), com-

CUADRO 1

**Los disturbios se caracterizan a partir de cinco variables:**

- Extensión: área afectada por el disturbio
- Intensidad o magnitud: nivel de cambio en el estado del ecosistema
- Frecuencia: número de disturbios por unidad de tiempo
- Duración: tiempo que actúa el agente de disturbio
- Patrón espacial: ocurrencia de los disturbios en el espacio



» El cambio en el estado, conducta o trayectoria de un ecosistema es una *perturbación* y sus agentes causales son llamados *disturbios*, muchos de los cuales son parte natural de los ecosistemas y contribuyen a su conformación

posición de especies, riqueza de las mismas y diversidad.

**SELVA TROPICAL DE CAMPECHE  
Y QUINTANA ROO**

Las perturbaciones antropogénicas, como la agricultura itinerante y diferentes formas de agricultura intensiva, son de particular importancia en esta zona, desde el periodo clásico de los mayas. Algunas evidencias sugieren que la composición florística actual, inducida por repetidos ciclos de roza, tumba y quema, practicada a baja escala durante mucho tiempo, es en gran parte el resultado de la recuperación de las masas forestales tras el abandono.

La rápida restauración de la comunidad de especies –25 a 30 años, tras la agricultura de temporal (milpa tradicional)– es posible, dada la influencia que ha ejercido la selección de especies realizada por la población; esto aunado a lo reciente del colapso maya (y el consecuente abandono de sus ciudades), así como al tamaño del disturbio en comparación con la vegetación predominante en el paisaje.

En la milpa tradicional, la quema es de baja intensidad y muchos árboles son cortados sólo en su base o son protegidos de las quemaduras. Otro tipo de actividades agropecuarias más intensivas, incluyendo el establecimiento de pastos exóticos,

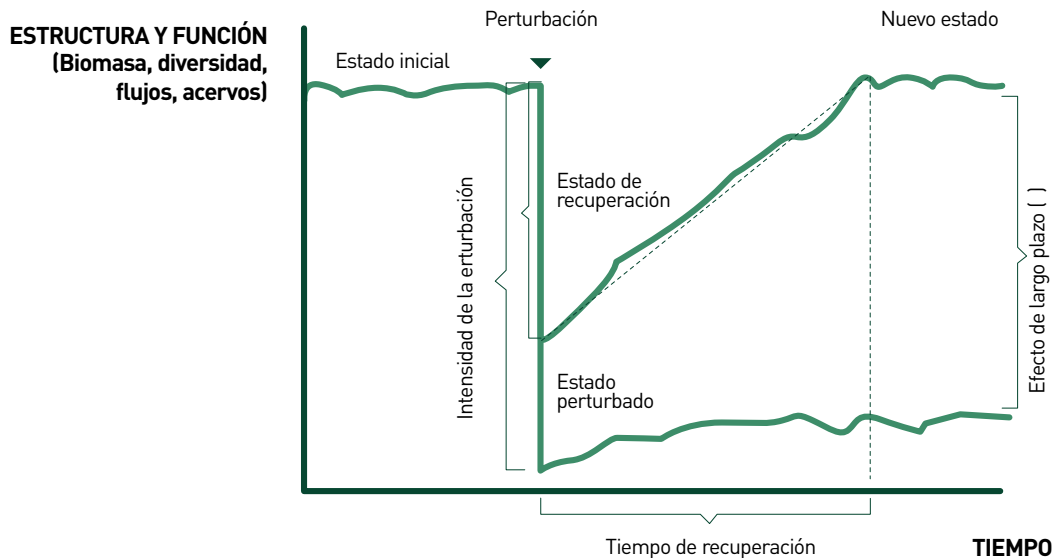
**CUADRO 2.**  
**Fatalidades en todo el mundo a causa de fenómenos naturales entre enero y septiembre de 2007.**

DISTURBIO	MUERTES
Sequía	0
Terremoto	600
Epidemias	5737
Temperaturas extremas	718
Inundaciones	4950
Deslaves y derrumbes	412
Erupciones volcánicas	2
Oleaje extremo	64
Incendios	104
Tormentas	764
<b>Total</b>	<b>13351</b>

Fuente: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database ([www.em-dat.net](http://www.em-dat.net)-Université Catholique de Louvain-Brussels-Belgium)

tiene otros efectos que van desde el retraso en la regeneración, la fragmentación, la incidencia de plagas y enfermedades o, incluso, la degradación del suelo y el establecimiento de especies invasoras. Los huracanes, tormentas y sequías también afectan la estructura y composición de este ecosistema.

FIGURA 1. Concepción del fenómeno de perturbación de un ecosistema. Las líneas gruesas representan el valor de la variable del estado del ecosistema. Los corchetes de la izquierda muestran dos valores de intensidad de perturbación. La velocidad de recuperación del ecosistema ante la perturbación se indica con la línea discontinua inclinada. La línea discontinua vertical señala la recuperación del estado inicial (estado nuevo A), y el corchete sobre el eje del tiempo denota el tiempo requerido para la recuperación. La letra B muestra un estado nuevo diferente al inicial.



**TABLA 1.**  
**INTENSIDAD DE DIFERENTES**  
**PERTURBACIONES EN**  
**ECOSISTEMAS SELECTOS DE**  
**MÉXICO**



TIPO	AGENTE DE PERTURBACIÓN	Selva mediana subcaducifolia y subperennifolia de Campeche y Quintana Roo	Selva húmeda (Veracruz y Chiapas)	Bosque mixto de pino-encino de Aguascalientes	Bosque mesófilo de montaña de Jalisco	Arrecifes coralinos del Pacífico	Ecosistemas costeros de la Península de Yucatán	Matorral xerófilo: Mapimí	Pastizal mediano abierto de Zacatecas
Antropo-génico	Cambio de uso de suelo								
	Actividades extractivas								
	Apacentamiento								
	Contaminación								
	Cambio de flujo hídrico								
	Agricultura itinerante (milpa, coamiles)								
	Agricultura intensiva								
	Establecimiento de pasto para ganadería								
	Tala selectiva								
	Reforestación								
	Uso de especies no maderables								
	Cacería								
	Matarraza								
	Manejo forestal								
	Turismo								
	Ambiental	Huracanes y tormentas							
Blanqueamiento de corales									
Fuego									
Sequía									
Deslaves y derrumbes									
Agentes bióticos	Heladas								
	Especies invasoras								
	Plagas y enfermedades								
		1	2	3	4	5	6	7	8

Fuentes: 1. Luciana Porter, 2. Diego Pérez-Salicrup, 3. Vicente Díaz, 4. Ana Luisa Santiago, Susana Zuloaga y Enrique Jardel, 5. L. E. Calderón, 6. Jorge A. Herrera-Silveira y Héctor Hernández, 7. Víctor Reyes y Lucina Hernández, 8. Ramón Gutiérrez

## AMENAZAS PARA LOS ARRECIFES CORALINOS

Los huracanes y el desarrollo costero son las perturbaciones de mayor intensidad sobre los arrecifes coralinos. Su ámbito de afectación se ubica en el orden de hectáreas y, mientras los huracanes ocurren estacionalmente desde hace millones de años, produciendo tasas de recuperación medias, el desarrollo costero no planificado es una amenaza creciente, por lo que sus efectos podrían ser permanentes. El carácter sésil de los corales y su larga permanencia en el tiempo son rasgos que los convierten en muy útiles centinelas de los cambios climáticos globales; por ejemplo, su respuesta a los eventos del Niño, cuyo efecto diferencial se manifiesta en forma de *blanqueamiento*, esto es, la pérdida de los dinoflagelados simbioses llamados zooxantelas que le dan la coloración al blanquecino esqueleto de carbonato de calcio del coral, ha sido ampliamente estudiada en las costas mexicanas: mientras que en Bahías de Huatulco, Oaxaca, la mortalidad fue baja, en Cabo Pulmo, BCS, media; y en Bahía de Banderas, Nayarit, alcanzó 90 por ciento.

## NECESIDADES Y PERSPECTIVAS DE ESTUDIO

Hace falta información sobre los efectos que la agricultura de roza, tumba y quema ha tenido sobre la distribución y abundancia de especies,

así como aquellos causados por otras actividades humanas sobre la selva tropical estacionaria. Este tipo de vegetación que se ubica en lugares tropicales secos o semi-húmedos (por lo que parte de sus árboles pierde las hojas durante la sequía, de ahí que se les llame estacionarios), representa uno de los ecosistemas más afectados por la expansión demográfica. También es imperativo investigar más sobre las consecuencias de eventos meteorológicos extremos (huracanes o sequías) en la distribución y presencia (abundancia o escasez) de plantas y animales.

En el caso de arrecifes coralinos, con apoyo del fondo sectorial Semarnat-Conacyt (Ref 23390), evaluaremos su vulnerabilidad ante el cambio global, con particular énfasis en el incremento de la temperatura superficial del mar y el posible aumento en la presión parcial de CO<sub>2</sub> atmosférico. La capacidad de estos arrecifes para sobrellevar las perturbaciones está determinada por características como la variabilidad genética dentro de las poblaciones, la diversidad dentro y entre los grupos funcionales,\* así como la variabilidad y la conectividad entre hábitats; todo ello confiere una importancia particular a la realización de este tipo de estudios.

La investigación ecológica a largo plazo es fundamental para entender pasado, presente y futuro de las perturbaciones y, para tal efecto, nuestro país ahora cuenta con la Red Mex-LTER.●

---

\*Un grupo funcional es un conjunto de organismos que, aunque son de diferente especie, realizan una misma función dentro del ecosistema, como productores primarios o se encuentran en la misma etapa del ciclo de vida, como por ejemplo larvas de peces, crustáceos o cualquier otro grupo taxonómico.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Lawrence, D., H. F. M. Vester, D. Pérez-Salícup, J. R. Eastman, B. L. Turner II, and J. Geoghegan, (2004). "Integrated Analysis of Ecosystem Interactions with Land Use Change: The Southern Yucatan Peninsular Region". *Ecosystems and Land Use Change Geophysical Monograph Series* 153, pp. 277-292.
  - Nyström, M., C. Folke y F. Moberg, (2000). "Coral Reef Disturbance and Resilience in a Human-Dominated Environment". *Trends in Ecology and Evolution*. 413-417 pp.
  - Turner, M. G., S. Collins, A. L. Lugo, J. J. Magnuson, T. S. Rupp y F. J. Swanson, (2003). "Disturbance Dynamics and Ecological Response: The Contribution of Long-Term Ecological Research", *BioScience*, 53, 46-56.
  - Whigham, D. F., I. Olmsted, E. C. Cano, A. B. Curtis. "Impacts of Hurricanes on the Forests of Quintana Roo, Yucatan Peninsula, Mexico". En: Gómez-Pompa, A., M. F. Allen, S. L. Fedick, and J. J. Jiménez-Osornio, eds., (2003). *The lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface*. Haworth Press. New York, pp. 193-213.
- 

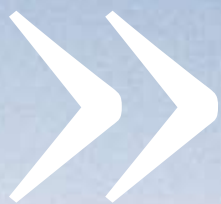
Luis Eduardo Calderón es doctor en ciencias por la Universidad Politécnica de Cataluña, investigador titular del Departamento de Ecología del CICESE y miembro del SNI, nivel I. Sus intereses en investigación comprenden el estudio de los procesos ecológicos que definen la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, cambio global y ecología pesquera.

Dra. Luciana Porter Bolland es investigadora asociada C del Departamento de Ecología Aplicada del Instituto de Ecología, A. C. Su área de especialización es la ecología del paisaje en relación con el manejo de recursos naturales, especialmente en áreas tropicales. Es miembro de la Red Mex-LTER bajo la categoría de individuo.

Dr. Miguel Martínez Ramos es investigador titular del Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM, *campus* Morelia.







# ECO-HIDROLOGÍA Y DEMANDAS DE AGUA EN MÉXICO

**VÍCTOR H. RIVERA M., MANUEL MAASS, JORGE A. BENÍTEZ, CARLOS CORONADO, JORGE I. EUAN, ENRIQUE GODÍNEZ, HUMBERTO GONZÁLEZ, JORGE HERRERA, LUIS M. MARTÍNEZ, NORMAN MERCADO, MARLÍN PÉREZ, VÍCTOR M. REYES, EFRAÍN RODRÍGUEZ Y DAVID S. VALDÉS**

Es evidente que en este joven siglo XXI los humanos somos una parte integral y actuante de prácticamente todos los ecosistemas, en los cuales nuestras actividades sociales y económicas tienen un impacto significativo a diferentes escalas espaciales y temporales.

Las repercusiones de la actividad humana en los ecosistemas a largo plazo deben ser especialmente consideradas en su contexto biológico y geofísico, pues de ello depende la toma de decisiones para el manejo del medio ambiente en nuestra sociedad. Estas decisiones pueden tener un efecto dramático en la pérdida o mantenimiento de los bienes (agua, madera, productos agrícolas, alimentos...) y servicios ambientales (regulación del ciclo hidrológico, aire limpio, recreación) que los ecosistemas naturales conectados a sistemas urbanos otorgan a las sociedades humanas.

#### PERSPECTIVAS DE UNA EMERGENCIA

¿La Ciudad de México podría mantener su funcionamiento actual con el mismo número de habitantes, pero con sólo un tercio del agua que actualmente gasta, o con la mitad de ésta, y de mala calidad? Seguramente no. Es fácil imaginarse los tremendos problemas de origen social, económico y político que generaría tanto la escasez como el deterioro de la calidad del agua.

Las consecuencias inmediatas serían un incremento en los problemas de salud y la desestabilización de las actividades económicas fundamentales que mantienen el flujo de energía

y capitales en esta gran urbe. Aunque los habitantes tienen claro que una alteración de gran magnitud en la cantidad o calidad del agua produciría un efecto catastrófico en el socio-ecosistema urbano, paradójicamente, no les es posible imaginar con la misma facilidad lo que sucedería si las funciones ecológicas de otros ecosistemas como el Lago de Chapala (Jalisco), la Selva Lacandona (Chiapas), los Pantanos del Centla (Tabasco) o los extensos humedales de la Laguna de Términos (Campeche) fueran críticamente afectados.

Los ecosistemas urbanos y naturales están estrechamente conectados a través del ciclo hidrológico, ya que ambos requieren de un flujo de agua para su funcionamiento, mantenimiento y supervivencia.

A pesar del avance tecnológico y la elevada inversión en infraestructura para el almacenamiento y aprovechamiento del agua, actualmente no hay en México estudios conclusivos que determinen el efecto de las alteraciones del ciclo del agua en la productividad y salud de los ecosistemas naturales a grandes escalas espaciales (cientos de kilómetros cuadrados) y temporales (décadas). Aun cuando las consecuencias son evidentes ante la disminución o exceso del flujo de agua (como resultado de desviación de ríos, procesos de deforestación o perturbaciones naturales a gran escala), se tiene muy poca información cuantitativa sobre el impacto ecológico de los cambios en la cantidad y calidad del agua sobre las partes bajas de la cuencas, así como de los cambios en el régimen hidrológico que resulta de la captura de agua en presas y de la desviación de flujos de agua para usos directos.

La Ley de Aguas Nacionales considera la posibilidad de dejar un *flujo ecológico* en los ríos para mantener la integridad biótica de los ecosistemas acuáticos; sin embargo, el reglamento de la misma ley no detalla cómo se calcula y aplica. Esto es evidente en los recientes problemas de salinización y desertificación de áreas agrícolas históricamente productivas en el noroeste de México y en la región central del Bajío; por supuesto, también se percibe a través de las inundaciones que han azotado el país.

La reciente inundación en Tabasco, los dramáticos problemas de salud pública relacionados con la contaminación de la cuenca del Lerma-Santiago y la notable reducción tanto de las superficies como de la productividad en sistemas lacustres –lagos de Pátzcuaro, Cuitzeo y



## PROYECTO EVALUACIÓN DEL AGUA REQUERIDA POR LOS ECOSISTEMAS

Una de las líneas de investigación estratégica de la Red Mexicana de Investigaciones a Largo Plazo (Red Mex-LTER) incluye una evaluación de la cantidad de agua que los ecosistemas terrestres y acuáticos representativos del territorio nacional requieren para mantener su estructura y funciones ecológicas, especialmente aquellas que regulan la generación de bienes y servicios (filtrado, retención, almacenamiento) que las poblaciones humanas reciben directa o indirectamente. Esta evaluación incluye el entendimiento de las diferentes trayectorias de respuesta de los ecosistemas a la alteración de los diferentes componentes que regulan el ciclo del agua en los ámbitos local y regional, en diferentes unidades geomorfológicas.

Con apoyo financiero del Conacyt y otras instituciones gubernamentales, la Red Mex-LTER está llevando a cabo el estudio de las demandas de agua de algunos de los ecosistemas críticos y estratégicos del país. Este estudio, con una visión de largo plazo, implementará un protocolo de investigación similar entre 10 grupos de investigación (conformado por más de 100 investigadores) en 10 cuencas hidrológicas localizadas en regiones estratégicas de la república mexicana.

El proyecto aborda el análisis desde una perspectiva ecosistémica utilizando las cuencas hidrográficas como unidades de estudio, lo que permite establecer una comparación sistemática y cuantitativa de variables hidrográficas e hidrológicas entre diferentes ecosistemas a escala nacional, mediante la utilización de un modelo de generación de conocimiento en red, bajo el enfoque de gestión de cuencas y del marco conceptual de la eco-hidrología. La caracterización y delimitación espacial de la cuenca (topografía, suelo, geología, vegetación, uso de la tierra, red de ríos, etc.)



facilitará la integración de la información entre diferentes regiones del país (bosques templados, zonas costeras, bosque tropical lluvioso, zonas semiáridas) para evaluar la manera en que los presupuestos hídricos son modificados por factores sociales, económicos y ecológicos, y así ayudar a definir su capacidad de resistencia a cambios ambientales (naturales y de origen antrópico).

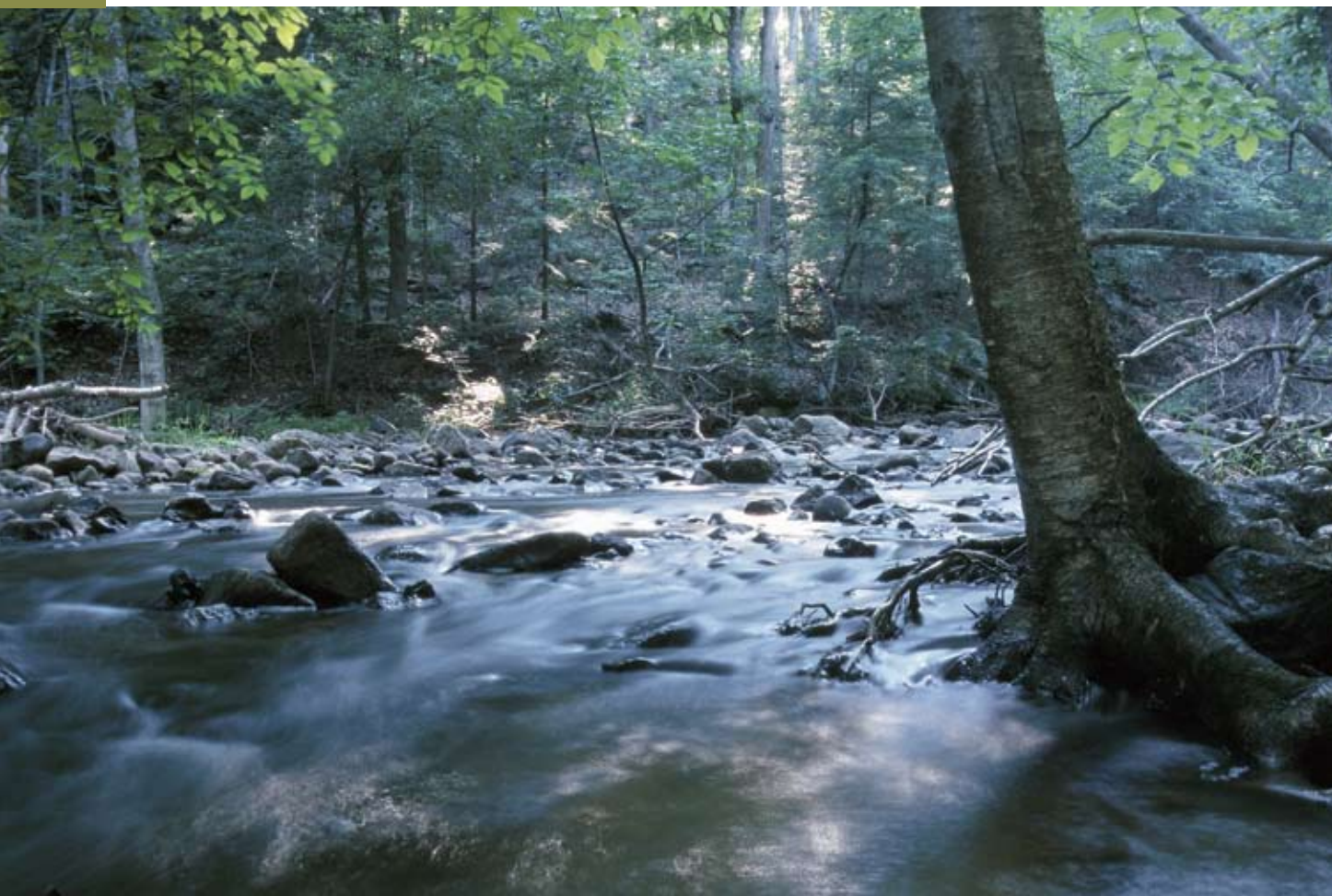
Chapala- son ejemplo del cambio en la distribución espacial y en la cantidad de agua asociados a un manejo parcial y cortoplacista, más que a un criterio integral y sustentable del agua.

### ECO-HIDROLOGÍA PARA EL ESTUDIO DEL AGUA

El manejo sustentable de los recursos hídricos reconoce implícitamente que la fuente primaria del agua es el ambiente natural definido por atributos como el clima, la precipitación, la geología, y los procesos ecológicos de una región. Tales atributos determinan la cantidad, la calidad y la variación temporal y espacial del agua disponible para nuestro uso y consumo; la eco-hidrología estudia los efectos de los procesos hidrológicos en la distribución, estructura y función de los ecosis-

» La eco-hidrología estudia los efectos de los procesos hidrológicos en la distribución, estructura y función de los ecosistemas, así como los efectos de procesos bióticos en los componentes del ciclo del agua

temas, así como los efectos de procesos bióticos en los componentes del ciclo del agua. Su origen se encuentra en los estudios hidrológicos en torno



» La eco-hidrología se ha beneficiado de estudios ecológicos en humedales que muestran cómo la conexión entre los procesos hidrológicos y ecológicos, así como su interacción, repercute a grandes escalas espaciales

a ecosistemas terrestres (bosques, selvas, pastizales, desiertos), humedales y estuarios.

En sistemas terrestres, la dinámica del balance de agua en una región es controlada por las relaciones suelo-planta-atmósfera, de tal forma que los niveles de humedad del suelo (agua almacenada) dependen de las características físicas, químicas y estructurales del propio suelo, de la frecuencia y cantidad de las lluvias y del tipo de vegetación presente, ya que todas las especies

vegetales (árboles, pastos, musgos, etc.) tienen diferentes demandas de agua; todos estos factores actúan en conjunto y controlan la redistribución de la precipitación pluvial entre infiltración, escurrimiento superficial, evaporación y transpiración.

De igual manera, el desarrollo de la eco-hidrología se ha beneficiado de estudios ecológicos en humedales, los cuales muestran cómo la estrecha conexión entre los procesos hidrológicos y ecológicos, así como su interacción, tienen repercusiones a grandes escalas espaciales. Un ejemplo se encuentra en los humedales que modulan el volumen de agua en ríos y arroyos, la calidad del agua y las formas del terreno de la cuenca en el ámbito local, además de los ciclos de carbono y nutrientes (fósforo y nitrógeno) y el clima a una escala regional.

La variación estacional en la magnitud del flujo de los ríos ejerce una influencia predominante en los estuarios y áreas costeras adyacentes, ya que la tasa de descarga de agua dulce, nutrientes, y sedimentos hacia los ecosistemas costeros está estrechamente vinculada a la alta

productividad primaria (algas, bosques de manglar, etc.) y su producción pesquera. Los cambios en la hidrología, como resultado del clima y actividades humanas en las cuencas de los ríos, tienen repercusiones a corto plazo (producción pesquera y en la estructura y productividad de las redes tróficas) y largo plazo (cambios en la tasa de acumulación de los sedimentos, necesarios para mantener la estabilidad de la línea costera).

### EVALUACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, en México se recibe un promedio de 772 litros por cada m<sup>2</sup> de su territorio. Sin embargo, en la república mexicana hay una gran disparidad temporal y latitudinal en la distribución del agua de lluvia, pues la mayor parte de ésta se presenta en sólo cuatro meses del año. En la región norte (30% de la superficie del país) se genera tan sólo 4% del escurrimiento superficial; mientras que en el sureste y zonas costeras (20% del territorio nacional) se genera 50% de escurrimiento. Esta distribución desigual nos plantea un gran reto en el manejo del agua, particularmente si conside-

ramos el valor de ésta como recurso estratégico y de seguridad nacional.

En las últimas décadas, los problemas de escasez de agua en México se han agravado, principalmente, porque la demanda está rebasando la disponibilidad. Esto, aunado al acelerado proceso de contaminación y cambios en los flujos naturales de los cuerpos de agua (por instalación de presas, bordos, canales, etc.), está comprometiéndose seriamente la cantidad, la calidad y la temporalidad del recurso hidrológico que requieren los ecosistemas naturales. De ahí la importancia y pertinencia de la realización del estudio ecohidrológico a largo plazo que la Red Mex-LTER está llevando a cabo sobre la disponibilidad de agua para los ecosistemas naturales de México (ver recuadro). Esta iniciativa, única en el país, en torno a la dinámica del agua, además del conocimiento para entender la influencia de las actividades humanas en un recurso tan valioso, busca crear una urgente conciencia en la población civil y en los tomadores de decisiones sobre la necesidad de identificar y proteger, sin dilaciones y demagogias, los recursos, los ecosistemas y los servicios ambientales más críticos para nuestra propia sobrevivencia. ●

---

Víctor H. Rivera Monroy. Department of Oceanography and Coastal Sciences. Louisiana State University

Manuel Maass. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. UNAM – Morelia

Jorge A. Benítez Torres. Centro EPOMEX

Carlos Coronado Molina. Universidad Autónoma de Campeche. South Florida Water Management District. West Palm Beach, Florida USA

Jorge I. Euan Ávila. CINVESTAV – IPN. Depto. de Recursos del Mar. Mérida, Yucatán

Enrique Godínez Domínguez. Universidad de Guadalajara. Depto. de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras

Humberto González Rodríguez. Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Forestales

Jorge Herrera Silveira. CINVESTAV – IPN. Depto. de Recursos del Mar. Mérida, Yucatán

Luis M. Martínez Rivera. Universidad de Guadalajara. Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad

Norman Mercado Silva. Departamento de Ecología Funcional

Marlín Pérez Suárez. Instituto de Ecología A. C. Veracruz. División de Ciencias Ambientales

Víctor M. Reyes Gómez. Instituto de Ecología A. C. Veracruz. División de Ciencias Ambientales

Efraín Rodríguez. IPICYT, San Luis Potosí. Instituto de Ecología A.C., sede Chihuahua. Centro SEP-Conacyt

David Sergio Valdés Lozano. Centro SEP-Conacyt. CINVESTAV – IPN. Depto. de Recursos del Mar. Mérida, Yucatán

---

Agradecimiento a William Nuttle por facilitar material para la preparación de este artículo.

---

### BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

→ *Agua. Edición especial*. 2005. La Jornada. 335 p.

→ Carabias, J. y R. Landa. 2005. *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia una gestión integral de los recursos hídricos en México*. Universidad Nacional Autónoma de México. El Colegio de México y Fundación Gonzalo Río Arronte. México. 221 pp.

→ Hannah, D. M., P. J. Wood y J. P. Sadler. 2004. "Ecohydrology and Hydroecology: A New Paradigm?". *Hydrological Processes* 18 (17): 3439-3445.

→ Kundzewicz, Z. W. 2002. "Ecohydrology – Seeking Consensus on Interpretation of the Notion". *Hydrological Sciences Journal* 47(5), 799–807.

→ Nuttle, W. K. 2002. "Is Ecohydrology One Idea or Many?". *Hydrological Sciences Journal* 47 (5): 805-807.





# MANEJO DE ECOSISTEMAS E INVESTIGACIÓN A LARGO PLAZO

**ENRIQUE J. JARDEL P., MANUEL MAASS,  
ALICIA CASTILLO, RAÚL GARCÍA B., LUCIANA  
PORTER, JOAQUÍN SOSA R. Y ANA BURGOS**

El mundo en que vivimos está sufriendo un acelerado proceso de deterioro ambiental a escala global; en tales condiciones se espera que la ciencia de la ecología aporte conocimientos, información, modelos, principios, criterios e indicadores útiles para entender las interacciones sociedad–naturaleza y fundamentar la política ambiental y el manejo de los recursos naturales.



Una limitación importante de la mayoría de los estudios ecológicos –especialmente cuando se trata de su aplicación práctica– es que se han realizado en áreas relativamente pequeñas y durante periodos cortos de observación o experimentación, pero los fenómenos que se investigan ocurren a diferentes escalas espaciales y temporales, los cuales pueden abarcar miles de hectáreas o cientos de años. El impacto de las actividades humanas afecta áreas geográficas extensas y puede per-

» El impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas afecta áreas geográficas extensas y puede persistir por muchos años o no manifestarse de manera inmediata

sistir por muchos años o no manifestarse de manera inmediata. Tomando en consideración lo antes dicho, surgió el enfoque de investigación ecológica a largo plazo<sup>1</sup> que, desde su origen, estuvo motivado por la necesidad de generar conocimiento fundamental para el manejo de los ecosistemas.<sup>2</sup>

**LA INTERACCIÓN SOCIEDAD-NATURALEZA**  
A través de sus procesos y funciones, los ecosistemas, naturales o transformados, nos proveen de un conjunto de servicios indispensables como la provisión de recursos naturales y la regulación de las condiciones ambientales.

Las sociedades humanas interactúan con los ecosistemas a través de intercambios de energía, materiales e información, y tal relación está determinada, en gran parte, por la configuración interna y el comportamiento del sistema social (o *sociosistema*) con sus componentes y procesos culturales, políticos, institucionales, económicos y demográficos que cambian a través del tiempo (figura 1). Por ello, el entendimiento de estas interacciones





es fundamental para la gestión ambiental y el manejo de los recursos naturales, que no consisten sólo en la aplicación de técnicas, sino que se trata de procesos sociales motivados por objetivos y necesidades de las personas, y son llevados a cabo por organizaciones humanas.

### INVESTIGACIÓN Y MANEJO

La esencia del manejo de ecosistemas es la toma de decisiones sobre diferentes estrategias y acciones alternativas, lo que implica tener la capacidad de predecir sus posibles efectos sobre los ecosistemas y los recursos. En este sentido, el manejo depende de la combinación del conocimiento científico y la experiencia práctica, tanto para tomar decisiones adecuadas como para monitorear y evaluar sus resultados (cuadro 1).

Aunque perfectible, el conocimiento científico siempre es incompleto y aproximado; además, los sistemas ecológicos son complejos y dinámicos y, en consecuencia, en los datos, las inferencias y los modelos de la ecología siempre está presente la incertidumbre. Esto ha llevado a plantear el enfoque de *manejo adaptativo*<sup>5</sup> el cual es un proceso cíclico de experimentación y apren-



# LaDichosa PALABRA



Regresa uno de los programas emblemáticos de la televisión cultural mexicana.

Una divertida manera de acceder a los diversos temas de la cultura, así como al mejoramiento del uso y conocimiento de nuestro idioma.

## EL MANEJO DE ECOSISTEMAS

Aun cuando las actividades de manejo se centren en un solo recurso –como la cosecha de madera en un bosque o la pesca en un lago– esto afecta al conjunto del ecosistema forestal o acuático. La intervención dirigida únicamente sobre algunas poblaciones u otros componentes de un ecosistema influye sobre el universo de sus interacciones y procesos, por lo cual se ha propuesto el *manejo de ecosistemas*, definido como:

“El manejo guiado por metas explícitas, ejecutado mediante políticas, protocolos y prácticas específicas, y adaptable mediante el monitoreo y la investigación científica, basado en nuestro mejor entendimiento de las interacciones y procesos ecológicos necesarios para mantener la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas”.<sup>3</sup>



Este concepto resalta no sólo la necesidad de planificar el manejo sobre la base de principios y criterios ecológicos, sino que la investigación y el monitoreo –observación continua a largo plazo– deben aportar información y conocimiento para poder hacer ajustes o adaptarse a condiciones cambiantes, conforme se adquiere un mejor entendimiento de las respuestas de los ecosistemas a las intervenciones humanas.

El manejo implica no sólo intervenciones técnicas sobre variables o procesos de carácter ecológico; como proceso social implica también acciones institucionales y comunicativas.

→ Intervenciones técnicas: están orientadas a la manipulación de variables físicas, como por ejemplo regular la intensidad de la corta de madera o la pesca, construir obras de conservación de suelos, o tratar las aguas resi-

duales de una ciudad para controlar la contaminación en un río.

- Intervenciones institucionales: están relacionadas con la transformación de las reglas del juego entre actores sociales, lo que significa establecer acuerdos en una comunidad para ordenar el uso del territorio, reglamentar el aprovechamiento de los recursos naturales, reconocer derechos de propiedad sobre una parcela o fundar una organización para llevar a cabo una actividad productiva o proteger un lugar silvestre.
- Intervenciones comunicativas: consisten en el intercambio de ideas y conocimientos entre actores involucrados o interesados en el manejo. Para la aplicación del conocimiento producto de la investigación, la comunicación es especialmente importante, ya que constituye un enlace entre las necesidades y demandas sociales y la entrega de resultados útiles para guiar las acciones de manejo.<sup>4</sup>

En resumen, el manejo es un proceso de intervención humana sobre los ecosistemas con fines de aprovechar o producir bienes y servicios de manera sostenible, tomando como principio fundamental la conservación de los componentes y procesos de los ecosistemas o su restauración cuando han sufrido procesos de degradación. El manejo tiene lugar en la interfase de los sociosistemas y los ecosistemas (figura 2), y en gran medida está determinado por los primeros, por lo cual sus bases científicas deben incorporar el entendimiento tanto de los procesos ecológicos como sociales, y de sus interacciones. En este sentido se ha propuesto la necesidad de desarrollar enfoques de investigación socioecológica a largo plazo.



FIGURA 1.  
Interacciones de la sociedad y los ecosistemas



» Un objetivo central en la investigación ecológica a largo plazo es entender y predecir los efectos de las intervenciones humanas sobre los ecosistemas para orientar la toma de decisiones sobre diferentes estrategias y alternativas de manejo

FIGURA 2.  
Manejo de ecosistemas como un proceso que integra producción, conservación y restauración en la fase entre los ecosistemas y los sociosistemas



dizaje continuos. La teoría y los modelos científicos fundamentan los planes de manejo, cuyas prescripciones son consideradas como hipótesis de trabajo que son puestas en práctica como experimentos, cuyos resultados deben ser monitoreados y evaluados, lo cual permite generar conocimiento nuevo. En resumen, se produce un proceso de aprendizaje que posibilita

mejorar la teoría y los modelos, y replantear, corregir o ajustar las acciones de manejo, las cuales cubren áreas extensas y sus efectos se manifiestan en distintas escalas temporales.<sup>2</sup>



### MANEJO E INVESTIGACIÓN ECOLÓGICA EN MÉXICO

En el caso de la Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo (Red MEX-LTER),<sup>1</sup> el área "Definición de criterios para el manejo de ecosistemas" cumple una función integradora de los resultados de las otras áreas temáticas, la cual es estratégica para la aplicación del conocimiento ecológico en el país.

Actualmente, en la política ambiental y el manejo de los recursos naturales se utiliza un conjunto de instrumentos legales, técnicos o económicos que requieren del conocimiento ecológico y social como fundamento; éste sirve

CUADRO 2

## CRITERIOS PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS

- a) Integración y síntesis del conocimiento ecológico para el establecimiento de principios, criterios, normas e indicadores que fundamenten el diseño y la evaluación del manejo.
- b) Identificación de nuevas preguntas y temas de estudio vigentes, relevantes, pertinentes y estratégicos para el manejo de ecosistemas para construir una agenda de investigación en colaboración con los responsables del manejo.
- c) Evaluación de la efectividad de los instrumentos de manejo de ecosistemas y la retroalimentación de las políticas públicas y los planes de acción.
- d) Comunicación y entrega de resultados de la investigación ecológica a largo plazo a los diferentes usuarios para su aplicación en el manejo de ecosistemas.



para elaborar modelos de los efectos de las intervenciones humanas sobre los ecosistemas, para monitorear y evaluar los resultados del manejo, y para contar con referencias y controles experimentales que son la base del enfoque de manejo adaptativo. Los resultados de la investigación ecológica de largo plazo en los diferentes sitios de la Red Mex-LTER<sup>1</sup> pueden proveer bases para diseño, aplicación y evaluación de los instrumentos de gestión ambiental y manejo de recursos naturales.

» El diseño de estudios de largo plazo sobre manejo de ecosistemas genera resultados prácticos y contribuciones significativas al conocimiento y entendimiento de los procesos ecológicos y sociales y sus interacciones

Pueden darse varios ejemplos respecto a lo señalado en el párrafo anterior. En el caso de la evaluación de impactos ambientales, el conocimiento sobre los efectos de perturbaciones naturales y antropogénicas sobre el funcionamiento de los ecosistemas es indispensable. En los programas de pago por servicios ambientales o ecosistémicos, como la captura de carbono o la protección de cuencas, es necesario entender los ciclos del agua, carbono y nutrientes, la productividad primaria y las variables que los controlan. En el manejo de áreas protegidas, el monitoreo de la biodiversidad y de poblaciones de especies clave es esencial para evaluar la efectividad de su conservación. En el manejo de pesquerías o recursos forestales, el monitoreo es indispensable para pronosticar y evaluar los efectos de la cosecha sobre las poblaciones y los ecosistemas. Los estudios sobre patrones geocológicos del paisaje y los factores sociales que determinan el cambio de uso del suelo son fundamentales para el ordenamiento territorial. Por último, la aplicación de medidas de mitigación o adaptación frente al cambio climático, requieren del entendimiento de las implicaciones de este fenómeno sobre el funcionamiento de los ecosistemas (cuadro 2).

Varios proyectos de los grupos de la Red Mex-LTER<sup>1</sup> están relacionados directamente con el manejo de ecosistemas. Por ejemplo, algunos

estudios experimentales en proceso abordan temas como los efectos de los desmontes agrícolas en cuencas hidrográficas en zonas de selva baja caducifolia (Grupo Chamela), el papel de los incendios forestales y las prácticas de manejo del fuego en bosques montanos subtropicales (Grupo Manantlán), los efectos del pastoreo en pastizales y matorrales xerófitos (grupos Gracilis y Mapimí), la gestión de zonas y recursos costeros (grupos Ecopey y Ecosistemas Costeros) y los resultados del control de la contaminación y la gestión de cuencas en la calidad del agua de

lagos y ríos (grupos Alchichica y Manantlán).

La vinculación de los sitios y grupos de investigación con los actores y organizaciones sociales que llevan a cabo el manejo de los recursos naturales es especialmente importante. El diseño de estudios de largo plazo relacionados con problemas regionales o locales de manejo y conservación, y la comparación entre diferentes sitios puede generar resultados prácticos y contribuciones significativas al conocimiento y entendimiento de los procesos ecológicos y sociales y sus interacciones. ●

## REFERENCIAS

1. Burgos, A., M. Maass, G. Ceballos, M. Equihua, E. J. Jardel, R. A. Medellín, L. Hernández, R. Ayala y A. Equihua. 2006. "La investigación ecológica de largo plazo y su proyección en México". *Ciencia y Desarrollo* 33 (204): 24-31.
2. Franklin, J. F., C. S. Bledsoe y J. T. Callahan. 1990. "Contributions of the Long-Term Ecological Research Program". *BioScience* 40 (7): 509-523.
3. Christensen, N. L., *et al.* (1996). "The Report of the Ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management". *Ecological Applications* 6 (3): 665 - 691.
4. Castillo, A. 2003. "Comunicación para el manejo de ecosistemas". *Tópicos en Educación Ambiental* 9 (3): 57-70.
5. Walker, B. y D. Salt. 2006. *Resilience Thinking. Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Island Press. Washington.

Enrique J. Jardel Peláez es profesor-investigador en el Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, de la Universidad de Guadalajara, y coordinador del Grupo Manantlán de la Red Mex-LTER.

Manuel Maass, es investigador del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM, *campus* Morelia, Coordinador Nacional de la Red Mex-LTER, e integrante del Grupo Chamela.

Alicia Castillo es investigadora del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM, *campus* Morelia, e integrante del Grupo Chamela de la Red Mex-LTER.

Raúl García Barrios es investigador del Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la UNAM, *campus* Cuernavaca, y coordinador del proyecto "Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano: altas cuencas de los ríos Apatlaco y Tembebe".

Luciana Porter Bolland es investigadora del Instituto de Ecología A. C. y representante de los miembros con categoría de individuos de la Red Mex-LTER.

Joaquín Sosa Ramírez es profesor-investigador de la Universidad Autónoma de Aguascalientes y miembro de la Red Mex-LTER en el área temática "Manejo de Ecosistemas".

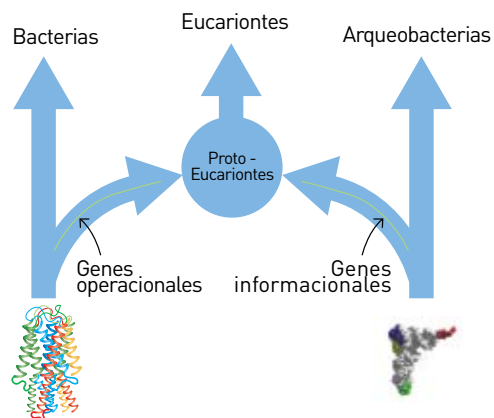
Ana Burgos es responsable del Área de Vinculación Ciencia-Sociedad, del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM-*campus* Morelia, integrante de la Red Mex-LTER.

## FE DE ERRATAS

En el número anterior, en el artículo "Preludio al génesis de la vida en la Tierra", incluimos un error de diseño en la figura 2 (página 13); debajo de Genes informativos diseñamos una doble hélice, la cual no aparecía en el original que aquí reproducimos.

Además, informamos a nuestros lectores que imágenes adicionales (incluso una que enriquece la figura 1 del citado texto) se encuentran en la versión electrónica, la cual puede ser consultada en:

<http://www.conacyt.mx/Comunicacion/Revista/214/Articulos/Preludio/Preludio00.html>





# BIODIVERSIDAD, GENERADORA DE BIENES Y RECURSOS

**LAURA M. SCOTT-MORALES, ELVA ESCOBAR,  
LUCINA HERNÁNDEZ G.  
Y NORMAN MERCADO-SILVA**

La satisfacción de nuestras necesidades ha propiciado la expansión de áreas agrícolas, la modificación del paisaje y la sobreexplotación de los recursos de la naturaleza; es decir, la transformación de los ecosistemas va más allá de su capacidad de recuperación y manejo sustentable. Esto ha llevado al deterioro de los ecosistemas, la extinción de especies, la modificación de patrones climáticos y, consecuentemente, a una pérdida en la calidad de vida.





**L**a pérdida de especies es preocupante, ya que nuestro conocimiento sobre la mayoría de ellas es escaso o inexistente; adicionalmente, los procesos que promueven y sostienen la diversidad, así como la función de ésta en los ecosistemas son temas de discusión e investigación que requieren de información a escalas temporales y espaciales diversas.

Algunos estudios demuestran que la pérdida de diversidad afecta procesos claves dentro de los ecosistemas como la productividad primaria, la estabilidad y la resistencia a la invasión de especies exóticas. Más aún, tanto la productividad como la estabilidad de sociedades rurales (algunas de ellas indígenas) están fuertemente vinculadas a la diversidad biológica de su entorno, con la que en algunas culturas existe un íntimo nexo espiritual.

**VINCULACIÓN CON ÁREAS TEMÁTICAS DE MEX-LTER**

La composición y estructura de una comunidad no son atributos fijos en el tiempo, por ello, son necesarios estudios ecológicos a largo plazo que permitan evaluar la respuesta de la diversidad a perturbaciones externas al ecosistema en escalas temporales diversas: actividades generadas por el hombre (agricultura, ganadería, silvicultura, forestería, entre otras) y fenómenos climáticos (fuego, huracanes y heladas).

El estudio sobre biodiversidad comprende una de siete áreas temáticas propuestas y manejadas por la Red Mexicana de Estudios Ecológicos a Largo Plazo (Red Mex-LTER), integrada a finales de 2002. Su importancia es clara, pues responde a una necesidad global nacida de la falta de conocimiento de los recursos naturales.

Rubros como variedad de organismos, diversidad genética y entidades funcionales (redes tró-

ficas, grupos alimentarios, etc.) caracterizan los ecosistemas terrestres y marinos. Ellos influyen poderosamente en diferentes funciones del ecosistema, como el flujo de energía, los ciclos bio-geoquímicos y las relaciones biológicas, y servicios ambientales. Las especies que habitan el ecosistema son la fuerza que dirige, controla y reacciona a los cambios en el ambiente –incluidas las acciones del hombre y los eventos naturales– por lo cual la diversidad está estrechamente vinculada a las diferentes áreas temáticas que propone y maneja la Red Mex-LTER.

El conocimiento sobre cambio climático está basado no sólo en el deshielo de las regiones gélidas y el aumento en el volumen de los mares. Igualmente se sustenta en el monitoreo de los cambios esenciales en los grupos biológicos, tal es el caso de: fluctuaciones poblacionales,

» En México se tiene registro de 64,874 especies –10% de la diversidad terrestre mundial–; es un reservorio genético para diferentes grupos taxonómicos. Además posee un alto número de endemismos





## BIODIVERSIDAD EN EL CONTEXTO DE MEX-LTER

Catalogar a México como un país megadiverso, atrae la atención del mundo hacia nuestros recursos naturales, pero también genera una responsabilidad sobre su manejo, uso y conservación. Si México retiene en su territorio aproximadamente 10% de la riqueza terrestre mundial, en términos de diversidad, no es difícil imaginar que su contribución a la calidad de vida local, regional y global es de suma importancia.

¿Cómo lograr que México avance hacia la protección de sus recursos y, sobre todo, logre evaluar y dimensionar la importancia de éstos como proveedores de bienes y servicios para una sociedad dentro y fuera de nuestras fronteras? La respuesta no es fácil, pero unir esfuerzos, capacidades y fomentar la retroalimentación entre grupos de investigación es el primer paso.

El grupo de biodiversidad tiene cuatro grandes vertientes de investigación:

- Seguimiento, a largo plazo, de los cambios de biodiversidad en sistemas críticos del país, incluyendo ecosistemas alterados, naturales y transformados en áreas rurales y urbanas
- Comprensión de las causas próximas y últimas de estos cambios
- Establecimiento de líneas de investigación que logren identificar los procesos clave para permitir el mantenimiento y fomentar la recuperación de la biodiversidad en áreas degradadas
- Evaluar el potencial económico, recreativo y cultural de los recursos naturales como proveedores de bienes a la sociedad



PROMOCIÓN 2008-2012

## LICENCIATURA EN HISTORIA

Con líneas de formación en  
Didáctica de la Historia  
Divulgación de la Historia  
Gestión del Patrimonio Cultural



El Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora convoca al concurso de selección académica para ingresar a la Licenciatura en Historia que se llevará a cabo en el mes de abril de 2008.

### Requisitos

- Certificado de estudios de bachillerato con reconocimiento de validez oficial en el sistema educativo nacional o revalidación de estudios expedida por la SEP.
- Tener no más de 25 años de edad al momento de presentar su solicitud de ingreso.
- Concurso de selección académica.

*Costo de la colegiatura:  
\$ 7,000.00 (siete mil pesos m.n.)  
por semestre.  
Con posibilidad de beca para  
jóvenes de escasos recursos.*

### Recepción de solicitudes y documentos

14 de enero a 7 de marzo de 2008

**Concurso de selección  
académica (todos los solicitantes  
deberán presentarse ambos días)**  
19 y 26 de abril a las 10hrs.

### Comunicación de resultados

30 de mayo de 2008

**Inicio de semestre**  
11 de agosto de 2008



Consulta la convocatoria en la página:  
**www.mora.edu.mx**

## DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y SUS IMPACTOS

No es mucha la información al respecto y, usualmente, es controversial; se sabe que las pérdidas regionales de diversidad en ecosistemas acuáticos y terrestres dañan al menos tres servicios críticos: el uso de recursos viables, la existencia de hábitats capaces de otorgar protección y detoxificación, y los procesos de remineralización y filtración de compuestos tóxicos.

### Beneficios de la riqueza local de especies

- Incremento en la productividad y la estabilidad del ecosistema, lo que asegura la presencia de especies útiles al hombre
- Aproximadamente 35% de los medicamentos se han obtenido de productos naturales

### Problemas derivados de la pérdida de cobertura vegetal

- Aumento de la temperatura local, regional y global
- Reducción en la captación de carbono de la atmósfera y pérdida en la calidad de aire y agua
- Disminución en la capacidad de carga de los ecosistemas (cantidad de organismos que puede sostener)

### Ecosistemas marinos

Aquí la sobreexplotación de recursos pesqueros, la contaminación y la destrucción directa e indirecta del hábitat a través del cambio climático y las perturbaciones biogeoquímicas ocasionan cambios que propician la pérdida de especies que sostienen las pesquerías y grupos funcionales, lo cual incide en la estabilidad y tasa potencial de recuperación del ambiente provocando:

- Reducción de la calidad de agua
- Incremento en la ocurrencia de florecimientos de algas tóxicas
- Mortandad de organismos, así como una reducción significativa del oxígeno en el agua (anoxia)



» De las especies registradas a la fecha, se estima que aproximadamente 30% de vertebrados y entre 44 y 63% de la flora se encuentran restringidas a nuestro país

movilidad y pérdida de especies, expansión o reducción de la distribución de algunos organismos, entre otros. Más aún, el cambio climático se debe, en gran medida, a la modificación de sistemas naturales como selvas, humedales, desiertos, etc., que en algunos casos resultan ser sistemas manejados (zonas agrícolas, áreas de pastoreo, áreas recreativas y zonas turísticas), los cuales se encuentran en estrecha vinculación con los sistemas naturales, ya que algunos dependen

de los servicios del ecosistema (polinización, banco de germoplasma, etc.). Sin el conocimiento de la diversidad en los ecosistemas, resulta errático el manejo y difícil mantener su productividad, por ello las acciones y decisiones llevadas a cabo en cuanto a manejo y conservación deberán considerar la biodiversidad como un tema clave.

### RETOS EN EL PRESENTE, PARA EL FUTURO

Los inventarios de especies en un país con gran superficie territorial y topografía difícil son irregulares y, usualmente, difieren en efectividad. Al contar con inventarios en diferentes sistemas de México, la Red está un paso adelante en la evaluación de los recursos en el país. La prioridad ahora es continuar sistemáticamente con estos monitoreos, mediante la aplicación de métodos y técnicas adecuados que nos permitan realizar análisis comparativos en el futuro. Asimismo, para lograr avanzar en la evaluación de los cam-

bios ocurridos en los recursos y entender su relevancia en el mantenimiento funcional de los sistemas, será necesario profundizar en las causas que provocan tales cambios y la escala en la que actúan, además de valorar los tiempos de respuesta de cada uno.

En un ecosistema en el que la trama de especies es compleja y variada, es necesario identificar las especies o procesos esenciales para el funcionamiento del mismo. Y aquí surge la pregunta: ¿existe una complementación entre las especies o procesos, y/o se presenta una redundancia de funciones dentro del mismo? Es difícil responderla tanto en el corto como en el mediano plazos, pero es de suma relevancia para el futuro de los ecosistemas naturales y manejados. Cuando tengamos esta respuesta entenderemos la importancia de las relaciones especie – medio ambiente, lo que nos ayudará a determinar los factores, entidades o especies que influyen notoriamente en la provisión de los bienes y servicios requeridos por la sociedad.

Tenemos claro que todo en nuestro entorno está concatenado de manera global, por tanto, es evidente que la evaluación debe realizarse no sólo en nuestro territorio, sino más allá de nuestras fronteras, ya que México forma parte esencial en la generación de servicios ambientales en el ámbito mundial. Bajo esta perspectiva, nuestros recursos naturales deben ser meticulosamente analizados y evaluados de acuerdo con la dimensión de su servicio en las esferas local, regional o global (en esta última ubicamos: pesca, turismo, calidad de agua, aire, etc.), así como la calidad del mismo –reserva de germoplasma, aportación de especies benéficas y exportación de bienes, entre otras–.

## » Estudios sobre diversidad como un soporte para proveer servicios ecológicos en tiempo y espacio, deben ser una prioridad en la investigación nacional, así como el monitoreo de los cambios a corto, mediano y largo plazos

Finalmente, sabemos que existe un déficit en el conocimiento de los componentes del ecosistema que son relevantes para los servicios ambientales, pero entre los factores negativos sobresale la poca sensibilidad que gran parte de la sociedad muestra hacia el valor e importancia de estos temas que inciden directamente en el desarrollo del ser humano y seguirán siendo el eje de su existencia y avance tecnológico, por lo que, aumentar el flujo de información científica, considerar el valor económico de los ecosistemas e incrementar la participación y responsabilidad social hacia sus recursos, son tareas urgentes en las que no sólo los investigadores motivados y comprometidos con el futuro de los recursos naturales en México deberían estar involucrados. Es imperativo abrir conciencias entre los ciudadanos y las cúpulas gobernantes con el fin de impulsar la investigación en términos de financiamiento, formación de científicos y de programas de alfabetización científica en todos los niveles de la ciudadanía. ●

---

### AUTORES

Laura M. Scott-Morales  
Elba Escobar Briones  
Lucina Hernández García  
Norman Mercado Silva

### ADSCRIPCIÓN

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León  
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.  
Instituto de Ecología A. C.  
Instituto de Ecología A. C.

---

### BIBLIOGRAFÍA

- Dirzo R. y P. H. Raven. 2003. "Global State of Biodiversity and Loss". *Annual Review of Environmental Resources* 28: 137-167.
- Escobar, E. y I. Winfield. 2003. "A Checklist of the Benthic Gammaridea and Caprellidea (Crustacea: Peracarida: Amphipoda) from the Gulf of Mexico Continental Shelf and Slope". *Belgian Journal of Zoology* 133(1): 37-44.
- Hector A. y R. Bagchi 2007. "Biodiversity and ecosystem multifunctionality". *Nature* Vol 448. 188-191.
- Hernández, L., A. González-Romero, J. W. Laundré, D. Lightfoot, E. Aragon y J. Lopez-Portillo. 2005. "Changes in rodent community structure in the Chihuahuan Desert: Comparisons between two habitats". *Journal of Arid Environments*. 60:239-257.
- Mertz O, H. M. Ravnborg, G. L. Lövei, I. Nielsen y C. C. Konijnendijk 2007. "Ecosystem services and biodiversity in developing countries". *Biodiversity and Conservation* Vol 16: 2729-2737.
- Thompson R. y B.M. Starzomski 2007. "What does biodiversity actually do? A review for managers and policy makers". *Biodiversity and Conservation* Vol 16: 1359-13.



# INVESTIGACIÓN ECOLÓGICA A LARGO PLAZO, GESTIÓN PARA LA INFORMACIÓN

**MIGUEL EQUIHUA Y ATZIMBA LÓPEZ**

Un aspecto esencial de la investigación ecológica de largo plazo y gran amplitud espacial es la meticulosidad en la sistematización de la información y la documentación de sus características. Debe preverse que el usuario de los datos no será solamente el que los genera, sino un conjunto amplio de otros investigadores.





**E**n contraste con lo que suele ocurrir actualmente con muchas investigaciones que no prevén un uso ulterior a los datos empleados en unas pocas publicaciones (los datos son en gran parte perecederos), la investigación de largo plazo considera los datos como un activo permanente que se construye por el colectivo de participantes en este tipo de iniciativas. Lo perecedero de la información puede ser tan simple como el hecho de que los registros de las observaciones

» La información se va haciendo vieja; generalmente, se omite el contexto y algunos detalles que sólo quedan en la mente del investigador, pero al paso del tiempo se pierde una parte de su significado, se requiere una meta información

—debido al soporte en el que fueron almacenadas (papel o formato electrónico)— no se conservan bien a lo largo del tiempo, a menos que se tome medidas específicas para lograrlo.

A pesar de no tener precauciones particulares, hay experiencias interesantes sobre lo valioso que puede ser desempolvar *datos del desván*. Es el caso del artículo de Fitter y Fitter\* que reporta el análisis de las libretas de registro de las excursiones de campo en la campaña británica que realizaron los Fitter, padre e hijo, durante cerca de 40 años. Con estos datos les fue posible apreciar cambios importantes en los tiempos de floración en plantas de las islas británicas. Dada la complejidad de algunos fenómenos ecológicos es necesario observarlos en escalas temporales y espaciales amplias, lo cual requiere hacerse en forma sistemática asegurando que la información se conserve en un soporte y formato no perecederos y esté adecuadamente documentada con datos suficientes acerca de éstos (lo que se conoce como metadatos) para que un usuario independiente pueda con facilidad hacer uso apropiado de ellos.

\* "Rapid Changes in Flowering Time in British Plants". *Science* (2002). 31 May: Vol. 296. núm. 5573, pp. 1689 - 1691.



La documentación de los metadatos implica un esfuerzo adicional en la rutina de investigación que no se suele realizar con mucho detalle, dado que cuando se toman los datos y son almacenados para su uso inmediato, generalmente, se obvian muchos detalles sobre sus características, puesto que el investigador tiene suficiente claridad en cuanto al significado de cada observación. Pero sucede que con el paso del tiempo, la información se va haciendo *vieja* y se pierde la claridad sobre sus características precisas si se omite el contexto y éste sólo reside en la memoria del investigador y, con distintos grados de detalle, en las publicaciones que hayan derivado de ellos, pero que normalmente no resultan fácilmente vinculables con los archivos de datos originales.

Para reducir el impacto del soporte de almacenamiento y la pérdida de detalles sobre los datos, en la Red Mexicana de Investigación Ecológica de Largo Plazo (Mex-LTER), resulta crucial la práctica de crear metadatos para la colección de la información que se genera en cada una de las investigaciones que realizadas por grupos o individuos que pertenecen a la Red.

### EL SISTEMA DE METADATOS

La constitución de un sistema de metadatos es parte medular de la filosofía de la Red Mex-LTER (ver cuadro anexo), pues a partir de éste se procura la expansión de escalas espaciales y temporales que hagan posible la comparación de datos compatibles entre diferentes sitios de trabajo. Evidentemente esto amplía también el horizonte de colaboración de los miembros de la Red, incluso, en el ámbito internacional.

El sistema utilizado por la Red Mex-LTER se inició como una base de datos en el manejador MySQL, con interfase *web* para internet, desarrollada en el lenguaje de programación PHP. La elección de este enfoque se propuso lograr que la información pudiera ser consultada y modificada desde cualquier parte del mundo sin necesidad de *software* extra ni capacitación especializada para la creación de los metadatos. La Red Mex-LTER forma parte de la Red Internacional de Investigación Ecológica a Largo Plazo (ILTER, por sus siglas en inglés), en la cual se ha adoptado un lenguaje común llamado EML (Ecological Metadata Language – Lenguaje para Metadatos Ecológicos) para la creación y distri-



no todos escuchamos lo mismo

es una estación de radio de la universidad iberoamericana  
teléfono en cabina 529 25 90 9  
www.ibero909radio.com

ibero  
90.9

prof. paseo de la reforma 880  
tomasa de santa fe cp. 01210  
mexico df / edificio p / segundo piso

## METADATO CONFORMADO POR 14 CAMPOS

- Título: nombre que identifique el juego de datos.
- Palabras clave: términos individuales que describan con claridad los datos existentes.
- Variable monitoreada: especificación del atributo (variable) sobre el cual se realiza el seguimiento. Se ingresa un metadato para cada variable o para un grupo de variables, siempre y cuando éstas se encuentren asociadas por su naturaleza y forma de muestreo; por ejemplo, si se obtiene una muestra de agua cada tres meses y en ella se determina pH, oxígeno disuelto y nitratos, se ingresará un solo metadato para las tres variables mencionadas. Si en una parcela se mide una vez al año el DAP en árboles y, diariamente, el contenido de humedad en el suelo, se ingresará dos metadatos diferentes, uno para cada variable en seguimiento.
- Autor de los datos y contacto: inclusión del nombre y el correo electrónico de la persona que genera, posee y/o maneja la base de datos vinculada a la variable en cuestión.
- Cobertura taxonómica: si el seguimiento se realiza sobre especies, es necesario anotar su nombre científico y familia.
- Descripción del sitio: anota las características generales del área o región donde se realiza el seguimiento de la(s) variable(s) en cuestión, tales como: nombre y tamaño del área, tipo de ecosistema (terrestre, río/arroyo, lago, etc.), clima, cuenca, vegetación, suelo, relieve, geología, hidrología, historia, rasgos socioeconómicos, etc.
- Contexto del monitoreo: explicación del motivo por el cual se está realizando este monitoreo (proyecto a largo plazo, proyecto de colaboración nacional o internacional, tesis, etc.).
- Metodología de muestreo: descripción detallada del diseño de muestreo y el método utilizado para la obtención del dato sobre la variable en cuestión.
- Instrumental: se indica qué instrumentos o equipos fueron utilizados.
- Temporalidad del muestreo: se anota en qué periodo de tiempo se obtiene un dato (diario, anual, mensual, en el mes de abril de cada año, estacional).
- Cobertura espacial del monitoreo: se brinda información que permita valorar la extensión espacial que cubre el monitoreo.
- Año de inicio: se indica el año en el cual se comenzó a registrar datos sobre la(s) variable(s) en cuestión.
- Discontinuidad en el registro de los datos: se precisa si la base de datos sobre la variable contiene discontinuidades (por ejemplo: se tomaron registros de 1996 a 2000 y luego se retomaron en 2002). Si ese es el caso, se explica brevemente los motivos (falta de equipo, falta de financiamiento, terminación del proyecto, etc.).





## » Para reducir el impacto del almacenamiento y la pérdida de detalles sobre los datos, Mex-LTER ha desarrollado la creación de metadatos sobre cada investigación realizada por grupos o individuos de la Red

bución de los metadatos en toda la red de países.

El EML es un lenguaje diseñado a partir de XML (Extensible Markup Language) para trabajar específicamente con datos ecológicos a fin de lograr dos objetivos; principalmente, definir una estructura común para que todos los ecólogos puedan interpretar correctamente los datos y proveer una estructura que permita desarrollar con facilidad aplicaciones de *software* para el procesamiento automático de los datos almacenados.

### INFORMACIÓN EN LÍNEA

La Red Mex-LTER maneja información sobre sus miembros en su sitio *web* que es una de las páginas más consultadas. Aquí es posible encontrar información acerca del sitio de trabajo y especialidad de los investigadores, lo que permite establecer contactos con fines de colaboración.

Mex-LTER, como parte de la ILTER y su manejo de información, se dio a la tarea de desarrollar una página *web* en la cual fuese posible almacenar los datos base de los sitios de trabajo de todas las redes de los países que forman la ILTER, los datos base con los que inició el proyecto son: red, nombre del sitio, latitud, longitud, altitud, precipitación anual y temperatura promedio.

Con ellos se puede comparar sitios en el ámbito internacional, así como buscar, por ejemplo, un sitio con similares condiciones a las de la investigación del usuario

final, para poder colaborar o comparar información. También es útil para buscar patrones específicos de valores en las variables registradas con el interés, posiblemente, de abordar alguna hipótesis particular de investigación. Además, se agregó a esta aplicación la capacidad de utilizar los mapas satelitales del GoogleMaps, lo que permite la exploración de los patrones geográficos en una forma muy atractiva. El interés de esta aplicación crecerá conforme se vaya poblando la base de datos. En la actualidad cuenta con información de sitios de 14 países.

Finalmente, conviene destacar que otro aspecto paradigmático de la propuesta de investigación ecológica a largo plazo requiere el aseguramiento de mecanismos que posibiliten la colaboración eficaz entre grupos diversos de investigadores. Esto, por supuesto, requiere la generación de condiciones facilitadoras del desarrollo y operación de relaciones de confianza que hagan factible el intercambio y el uso de la información generada en el colectivo de la Red.

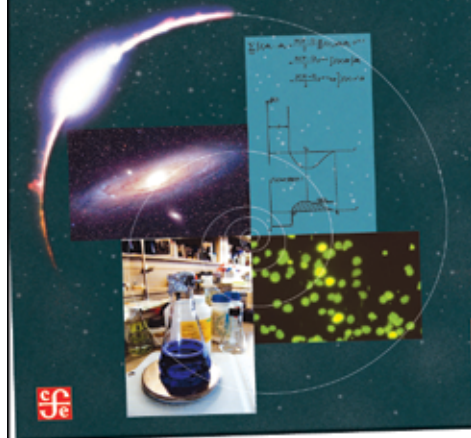
Este proceso no es automático; requiere una enorme convicción de la importancia de realizar investigación con un enfoque cooperativo; convicción que se apoya en la visión de que ésta es una de las formas más eficientes de generar el conocimiento necesario sobre los fenómenos ecológicos de gran envergadura actualmente requerido en la ruta hacia la adopción de estrategias de desarrollo sustentable para la humanidad. ●

Dr. Miguel Equihua, adscrito al Instituto de Ecología A. C.  
Ing. Atzimba López, adscrita al Centro de Investigaciones en Ecosistemas, de la UNAM

# Ruy Pérez Tamayo

## Historia general de la ciencia en México en el siglo XX

Ruy Pérez Tamayo  
HISTORIA GENERAL DE LA CIENCIA EN MÉXICO EN EL SIGLO XX



En este volumen se describen y documentan hechos sobresalientes de la historia general de la ciencia en México a partir de 1912. El autor busca dar con las principales razones históricas, sociales, económicas y políticas que explican el subdesarrollo actual de la ciencia mexicana para señalar las ideas que hay que cambiar y los obstáculos que se deben superar.

COLECCIÓN: CIENCIA Y TECNOLOGÍA

 FONDO DE CULTURA ECONÓMICA  
libros • librerías

Compra en librerías y en línea:  
[www.fondodeculturaeconomica.com](http://www.fondodeculturaeconomica.com)





## CICLOS DE NUTRIENTES EN EL CAMBIO AMBIENTAL GLOBAL

**ELISABETH HUBER-SANNWALD,  
FRANCISCO J. ÁLVAREZ S., ELVA ESCOBAR B.,  
JORGE HERRERA Y DAVID S. VALDÉS L.**

Una meta central de cada grupo del Mex-  
LTER es entender el funcionamiento  
del ecosistema, es decir, los almacenes y  
flujos de materia y energía. El ecosistema  
es afectado por el clima, la geología y su  
influencia en la formación de suelos, la  
topografía y su efecto en la cantidad de  
energía solar, viento, lluvias, etc., la biota, y  
por el régimen de perturbaciones naturales  
como la intensidad, duración y frecuencia  
de huracanes o incendios.

Las variables biológicas, físicas y químicas determinan las estructuras y funciones fundamentales que caracterizan un ecosistema en las zonas terrestres y marinas. Las especies, cada una con sus rasgos de historia de vida, forman la estructura de un ecosistema, la cual está directamente ligada a los flujos de energía y a los ciclos de nutrientes responsables de mantener la productividad y los servicios ambientales de un ecosistema.

**LA RELEVANCIA DEL TEMA PARA LA MEX-LTER**

Organismos marinos, como los corales, incorporan carbono como parte de su estructura en forma de carbonato, almacenando éste en escalas de más de 100 años y registran la historia de los cambios de nivel del mar, de la temperatura y de las condiciones de la localidad por

miles de años. Los flujos de energía provienen, principalmente, de la absorción de la radiación solar en el espectro de la luz visible (400-700 nm) por pigmentos especializados. Esta energía se convierte en energía química requerida para la fijación (asimilación) de CO<sub>2</sub> atmosférico.

Con el fin de producir biomasa, las plantas requieren, además del carbono, alrededor de 20 nutrientes y agua, el recurso más importante para cualquier organismo. Nitrógeno, fósforo y potasio, en cantidades elevadas, son necesarios para las plantas; en el ambiente terrestre como en el acuático (de agua dulce y marino), los productores primarios son los únicos en la cadena alimenticia de un ecosistema capaces de convertir sustancias inorgánicas en orgánicas, siempre y cuando los nutrientes esenciales estén disponibles en el suelo o en el agua.

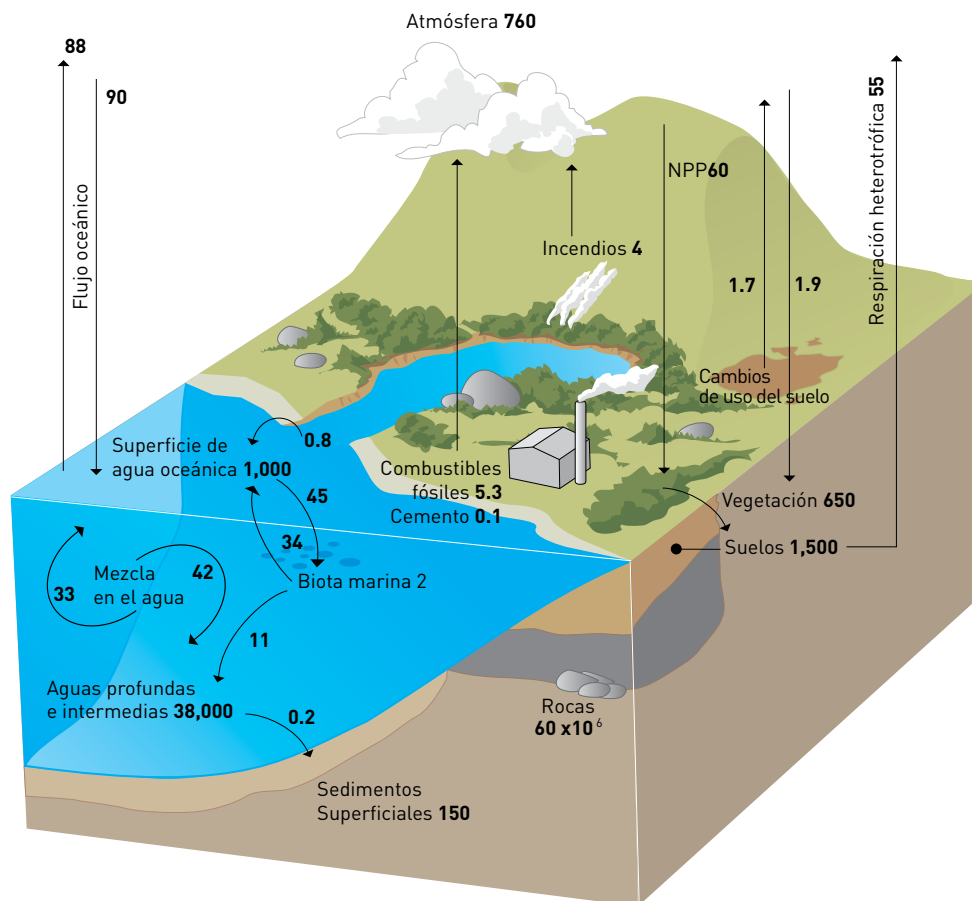
Esta actividad se realiza tanto en forma libre como en asociaciones biológicas, tal es el caso de los simbioses de un coral. Los demás orga-

nismos consumen plantas vivas o senescentes –estos son los herbívoros–, animales vivos –los depredadores– o animales muertos –los carroñeros–, lo que puede ocurrir sobre el suelo, en el suelo o en los sedimentos del fondo de lagos, lagunas y mares donde la cadena de descomposición es responsable del reciclaje de los nutrientes.

Mientras los flujos de energía son principalmente bidireccionales (vertical con respecto a la posición del Sol), en la atmósfera, el flujo de la materia se lleva a cabo en forma cíclica. Elementos, como carbono, nitrógeno, fósforo, azufre, y otros, circulan en el ecosistema e intervienen en procesos biológicos, químicos y geológicos; es por ello que se llaman ciclos biogeoquímicos, y los correspondientes a los diferentes elementos están directamente ligados.

1. Proceso de formación de rocas a partir de sedimentos que se consolidan por compactación, cementación y/o cristalización.

**EL CICLO GLOBAL DEL CARBONO**



En el caso de los mares, los ciclos biogeoquímicos se entrelazan con la atmósfera, los continentes y los sedimentos del fondo, esto es, la conectividad entre ecosistemas (como la exportación e importación de materiales disueltos y particulados) es más alta que en los ambientes terrestres y, en cada caso, la escala de tiempo en la cual se lleva a cabo una parte del ciclo, biológico y geológico; el primero tiene una tasa de renovación corta y se basa principalmente en la vida y sus ciclos de remineralización, el segundo es la escala grande, esto es miles de años y se basa en la diagénesis<sup>1</sup> de la materia orgánica y almacenes de carbono que son reservas energéticas. Los ecosistemas terrestres transportan los elementos y materiales más lentamente que los marinos.

En México, el cambio de uso de suelo y la sobreexplotación de los recursos naturales en sistemas acuáticos y terrestres son los factores antropogénicos más impactantes, los cuales, debido a los cambios en los hábitats así como en la diversidad han alterado los ciclos biogeoquímicos y, por ende, afectado la productividad de la mayoría de los ecosistemas del país. Por eso, la Red Mex-LTER tiene una meta central además de un área temática, ambas específicamente asignadas al estudio de la dinámica y de los controles tanto naturales como antropogénicos de la productividad primaria y de los ciclos biogeoquímicos.

### PROCESOS A GRANDES ESCALAS

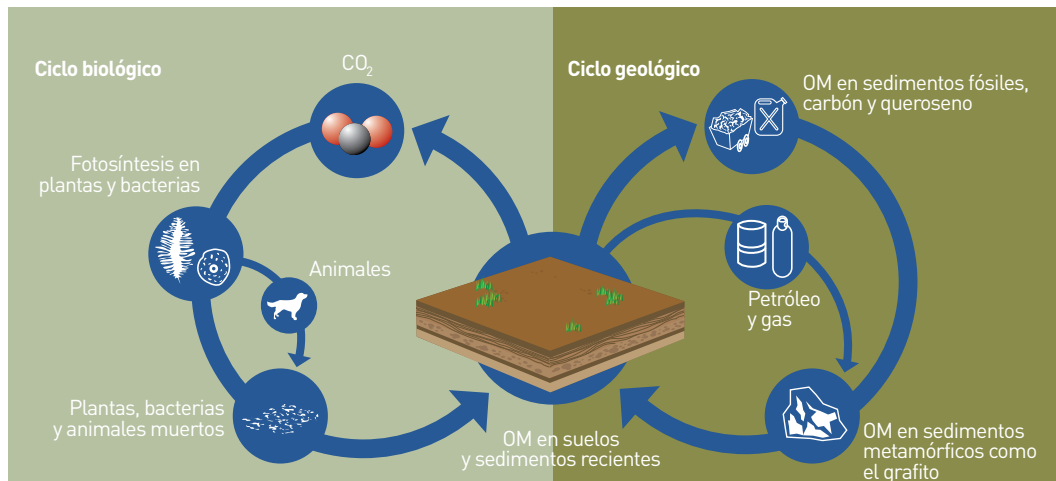
Así como para el ecosistema urbano son necesarios sistemas de transporte de alimentos de las zonas de producción a las de consumo, en los diversos ecosistemas naturales terrestres o acuáticos, de montaña o costeros, los nutrientes

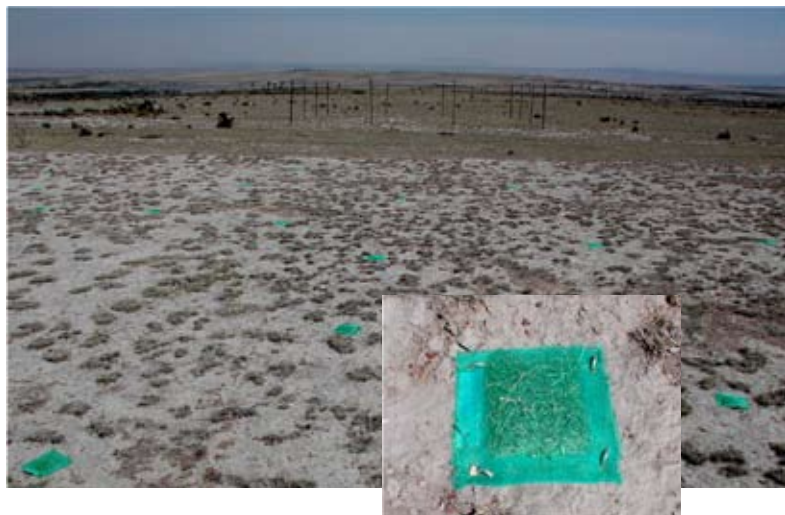
» En el caso de los mares, los ciclos biogeoquímicos se entrelazan con la atmósfera, los continentes y los sedimentos del fondo; la conectividad entre ecosistemas es más alta que en los ambientes terrestres



requeridos para la productividad primaria son transportados, en algunas ocasiones, desde zonas muy alejadas, por lo que existe conectividad entre diferentes ambientes. Así mismo, para comprender las variaciones espaciales de la productividad primaria es forzoso conocer no sólo lo que sucede en un ecosistema determinado, sino el funcionamiento de los ambientes<sup>2</sup> con los

→Trampa de sedimentos para la colecta de muestras de las partículas generadas por fotosíntesis, que caen el fondo marino. Foto tomada durante las campañas CANEK, en una colaboración entre ICML UNAM (Elva Escobar Briones) y CICESE (Julio Candela y Antonio Badan)





→ Medición de la tasa de descomposición del mantillo de zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) en un pastizal semiárido, en San Luis Potosí. Las bolsas de descomposición se colectan a lo largo del tiempo y se determina la tasa de incorporación del carbono, nitrógeno y fósforo del tejido vegetal en la materia orgánica del suelo. Las observaciones en los diferentes ecosistemas de la Red Mex-LTER duran entre 5 (en pastizales semiáridos) y 8 (en el bosque tropical caducifolio) años

que está relacionado en el espacio, de tal forma que la escala espacial para abordar este proceso va más allá que el de unos cuantos metros o kilómetros.

Sin embargo, al igual que el transporte de alimentos desde las zonas de producción hasta nuestra mesa no es inmediato y tiene pasos intermedios, los flujos de carbono, nitrógeno, fósforo y otros nutrientes hacia los productores primarios suceden en diferentes escalas de tiempo. La respuesta de los diversos grupos de productores primarios a las variaciones estacionales de las lluvias, a los años secos o lluviosos, al paso de huracanes e, incluso, al cambio climático, sólo puede entenderse en escalas temporales amplias. De esta forma es posible conocer la capacidad que tienen varios tipos de ecosistemas para recuperarse y/o adaptarse después de algún tipo de perturbación, antropogénica o natural.

Los ecosistemas terrestres difieren de los marinos en las escalas de tiempo en las cuales se llevan a cabo estos procesos, en la escala en la cual responden a una alteración y en la conectividad que presentan con ecosistemas vecinos.<sup>3</sup>

» Los flujos de energía provienen, principalmente, de la absorción de radiación solar en el espectro de la luz visible, convirtiéndose en la energía química requerida para la fijación de CO<sub>2</sub> atmosférico

Los flujos horizontales son altos en los ecosistemas marinos, dada la transferencia inmediata y la respuesta a los cambios locales. Esto es, la respuesta temporal a eventos de gran escala es rápida, en contraste con la respuesta lenta de los ecosistemas terrestres. La sensibilidad a perturbaciones en escala pequeña tiende a ser baja, lo cual vuelve vulnerables los ecosistemas marinos, ya que las señales de daño tardías pueden tener un significado ecológico grande.

### FLUJOS DE CARBONO, NUTRIENTES Y ENERGÍA

Las variaciones espaciales y temporales, así como la magnitud de los *flujos de carbono, nutrientes y energía* determinan, por una parte, las variaciones espaciales y cambios temporales de la *productividad primaria* y, por otra, influyen en la biodiversidad de productores primarios, de consumidores y de *descomponedores* del suelo. Además, las perturbaciones naturales y antropogénicas pueden modificar, local o regionalmente y por lapsos de tiempo cortos o muy largos, la productividad y los ciclos biogeoquímicos. Los disturbios y perturbaciones, además de las interacciones, como la competencia o la depredación, determinan también la estructura y la *biodiversidad* de un ecosistema. Por ello, el *manejo de los ecosistemas* debe basarse en el conocimiento de la estructura y funcionamiento de éstos, que son clave no sólo para la conservación, sino también para diseñar estrategias de restauración o rehabilitación que permitan impulsar políticas de desarrollo sustentable, especialmente bajo las condiciones actuales y ante el *cambio climático* que afecta partes de México. En el caso de amenazas por el desarrollo de la sociedad, la destrucción del hábitat en los ecosistemas terrestres es muy amplia, pero en el caso de los ecosistemas marinos está espacialmente delimitada (por ejemplo, estuarios o arrecifes de coral) con diferencias notables en los

3. Como es el caso de la producción primaria que en ecosistemas terrestres se fija a un sustrato y almacena carbono por décadas o cientos de años, pero en el mar y ecosistemas acuáticos (fitoplancton) es de vida libre, de talla muy pequeña ( $\mu\text{m}$  a  $\text{mm}$ ) y su tasa de renovación es de minutos a horas, máximo un día, no está estático en un lugar sino que cada célula es desplazada por corrientes, oleaje y mezcla en las 3 dimensiones (2 horizontales y una vertical) del ecosistema acuático y en una escala muy pequeña se desplazan, siguiendo la luz o en la escala grande al morir y agregarse se exportan al fondo.

## » Como parte integral del ciclo del carbono, los ecosistemas terrestres y acuáticos tienen un papel importante en la regulación de la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico y marino y en el clima del planeta

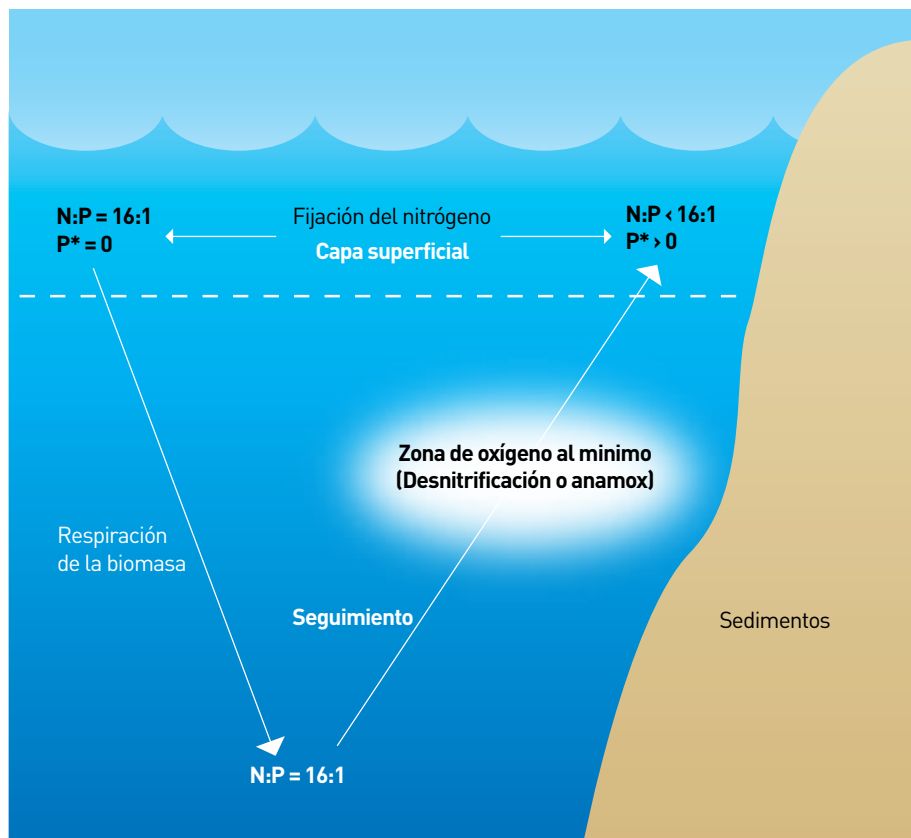
niveles tróficos amenazados o explotados. En los ambientes terrestres hay pérdida de cobertura vegetal y de estructura del hábitat (entre los productores primarios) y en el caso de los marinos se centra en los niveles tróficos altos (depredadores).

### ¿CÓMO SE ABORDA EN MEX-LTER EL TEMA?

Cualquier programa tendiente a conservar, utilizar y restaurar un ecosistema debe tener como referencia el ecosistema natural. La complejidad de los ecosistemas de los sitios de la Red Mex-LTER hace necesario conocer los flujos de entrada y salida de materia y energía, los

cuales se constituyen como importantes indicadores del estado metabólico del ecosistema. Es por ello que el monitoreo a largo plazo de estos flujos es fundamental en todos los sitios de la Red.

Por ello, se tiene una excelente oportunidad para conocer y entender las variaciones espaciales y temporales de los flujos de agua, carbono y nutrientes, y entender cómo este proceso varía entre los diferentes ecosistemas. La unidad fisiográfica objeto de estudio en muchos de los sitios de la Red es la cuenca. Las cuencas hidrográficas tienen límites bien definidos y su topografía hace que el agua drene a un punto común, la salida de la



**suscríbete  
ahora**

**12 EJEMPLARES  
AL PRECIO DE 10**

RECIBE LA EDICIÓN MENSUAL  
EN TU PROPIO DOMICILIO

**SUSCRIPCIÓN ANUAL**

**EN MÉXICO**

**\$400.00**

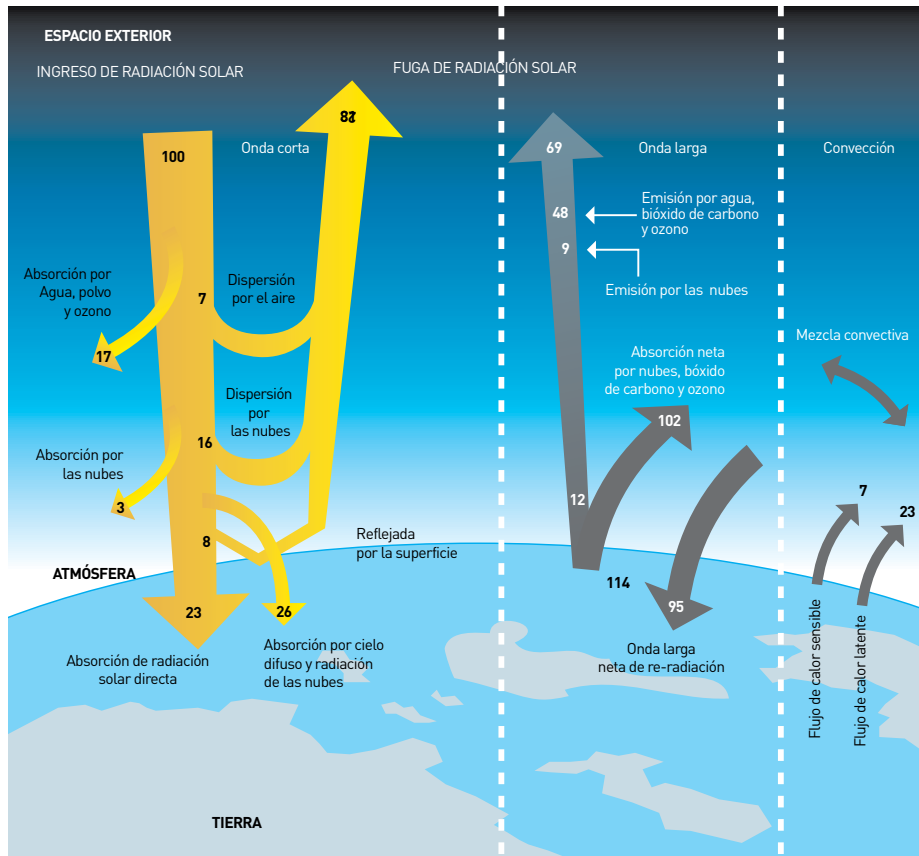
**EN EL EXTRANJERO**

**\$110.00 dólares**

Deposita en la cuenta BBVA Bancomer: 00446634494 y envía la ficha de depósito con todos tus datos (nombre, dirección completa, teléfono y, en su caso, RFC) al fax (55) 55 50 58 00 y 01 ext. 119, para mayores informes comunicarse al (55) 55 50 58 01 ext. 216

reunimex@servidor.unam.mx  
www.revistadelauniversidad.unam.mx

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DE MÉXICO



detallados de agua, energía, carbono y nutrientes en los ecosistemas; para lograrlo, será necesario que los sitios incorporen estudios detallados sobre los procesos biogeoquímicos que cambian estacionalmente o con la incidencia de fenómenos meteorológicos (ciclones, huracanes).

A los miembros de la Red Mex-LTER nos interesa integrar el agua y los nutrientes en el contexto de dos ciclos muy importantes, el del carbono y el hidrológico. En la Red, se ha iniciado el estudio de la estructura de la vegetación, de producción de hojarasca y acumulación de mantillo, con los cuales se han generado datos para determinar, por un lado, la *productividad primaria neta del ecosistema* (es decir, la energía que ha sido transformada a biomasa), y también las tasas de descomposición y liberación de nutrientes. En algunos sitios se ha cuantificado la existencia de almacenes de carbono en el ecosistema. Como parte integral del ciclo del carbono, los ecosistemas terrestres y acuáticos tienen un papel importante en la regulación de la concentración

de  $CO_2$  atmosférico y marino y en el clima del planeta. Por lo anterior, se vuelve relevante entender el papel de los ecosistemas de México en temas como la mitigación del cambio climático global y en la implementación de tratados internacionales referentes a los almacenes y flujos del carbono que contribuyen en los modelos calculados los balances regionales e incidentes en el balance global.

La Red espera, a largo plazo, realizar balances

Agradecimiento: al Dr. Víctor Jaramillo por su trabajo editorial y la revisión de este artículo.

La doctora Elisabeth Huber-Sannwald es ecóloga de ecosistemas, co-responsable del Grupo Mex LTER GRACILIS e investigadora titular de la División Ciencias Ambientales, del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT). Su investigación se enfoca en las alteraciones en los ciclos biogeoquímicos por el cambio de uso de suelo en los pastizales semiáridos. C. e.: ehs@ipicyt.edu.mx

El doctor Francisco Javier Álvarez Sánchez es co-responsable del Grupo Mex-LTER Los Tuxtlas, profesor titular de tiempo completo en la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

La doctora Elva Escobar Briones es miembro de la Comisión Académica y Dictaminadora de la Red Mex-7 pt, es oceanógrafa adscrita al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Su investigación versa sobre la biodiversidad y macro ecología de los ecosistemas de mar profundo.

El doctor Jorge Herrera es coordinador del Grupo Mex-LTER ECOPEY e investigador titular del Departamento de Recursos del Mar, del CINVESTAV-IPN – Mérida.

El doctor David S. Valdés Lozano es miembro del Grupo Mex-LTER ECOPEY e investigador titular del Departamento de Recursos del Mar, del CINVESTAV-IPN-Mérida.



## Estudios acerca de la conciencia

→ García Hernández, Óscar Mario; Víctor Alemán Alemán, Graciela Delhumeau Arrecillas, y Óscar Constantino Ramírez Toledano. *Estudios acerca de la conciencia. Selección de temas publicados en el Journal of Consciousness Studies*. Tomo II. (1999-2003). AR Kaktus, Sistema Gráfico S.A. de C.V., México: 2007. 354 pp.



En los *Estudios acerca de la conciencia*, tomo II, sus autores nos ofrecen una segunda colección de los artículos publicados en el *Journal of Consciousness Studies*. Así como en el primer tomo, en éste nos adentramos en la reflexión más actual en torno al siempre vigente tema de la conciencia. A través de su lectura nos confrontamos con interesantes y novedosas investigaciones que se proyectan desde múltiples disciplinas para integrar un solo cuerpo de conocimiento. Nos desplazamos entre la experiencia científica moderna y la indagación humanística crítica, como en un encuentro entre la ficción futurista y el pensamiento puro. Un éxodo cuyo destino seguro es, prodigiosamente, su propio objeto de estudio: nuestra conciencia.

Como todo buen libro, *Estudios acerca de la conciencia*, deja por un momento a solas al lector, le abstrae del inconmensurable dinamismo del presente y propicia en él un ejercicio de interiorización, materializando aquella sentencia griega: *conócese a ti mismo*. Luego de

su lectura, sin duda, reflexionaremos y juzgaremos de manera distinta nuestro modo de conocer y de conocernos, nuestro modo de pensar y de pensarnos, y hasta nuestro modo de sentir y de sentirnos; pero más importante aún, repensaremos nuestro modo de actuar tanto en lo individual como en lo colectivo; cuestionaremos nuestra relación con el otro, o con lo otro, sea éste un semejante o la naturaleza misma, incluso el Universo en su totalidad.

Con una conciencia que se informa y se forma a través de la reflexión multidisciplinaria y crítica que obras como *Estudios acerca de la conciencia* plasman, es posible emprender la construcción de un nuevo camino para la superación de los excesos con que la sociedad de la comunicación nos atrapa en su inmediatez, en su *voyerismo*, en su obscuridad y en la consecuente amnesia y pérdida de identidad. Ante esa verdadera apocalipsis de la comunicación, proyectos como el de la ciencia de la conciencia abren un promisorio horizonte de reconciliación del hombre consigo mismo.

RAFAEL J. SALIN PASCUAL

# LA SINAPSIS Y EL CONECTOMA

## PARA ENTENDER EL FUNCIONAMIENTO CEREBRAL

“... es muy difícil sostener que no es el cerebro el que genera la mente, en realidad somos las sinapsis que tenemos”. Esta fue la respuesta que, durante una entrevista, dio el premio Nobel en medicina 2000, Eric R. Kandel, al ser interrogado sobre el cambio de orientación en su especialidad –la psiquiatría– para dedicarse a estudiar los problemas en el marco de las neurociencias.

**L**a sinapsis es el sitio de conexión funcional entre dos o más neuronas, el cual ha sido el paradigma experimental en las neurociencias desde que otro premio Nobel, Sir Charles Sherrington, la denominó como tal, después de resolver –de manera experimental– el conflicto que tenía con su alumno Sir John Eccles (también premio Nobel) con respecto a si la unión entre dos neuronas era funcionalmente de tipo eléctrico o químico, es decir, si existía una serie de sustancias que pasaban de una célula nerviosa a otra.

El problema que estos investigadores tenían enfrente era el *retardo sináptico*, el cual –supieron más tarde– se explicaba precisamente por el paso de las sustancias de una célula a la otra (figura 1). Esas sustancias son conocidas como neurotransmisores y, en la actualidad, varias decenas de ellos han sido registrados con sus diferentes pesos moleculares.

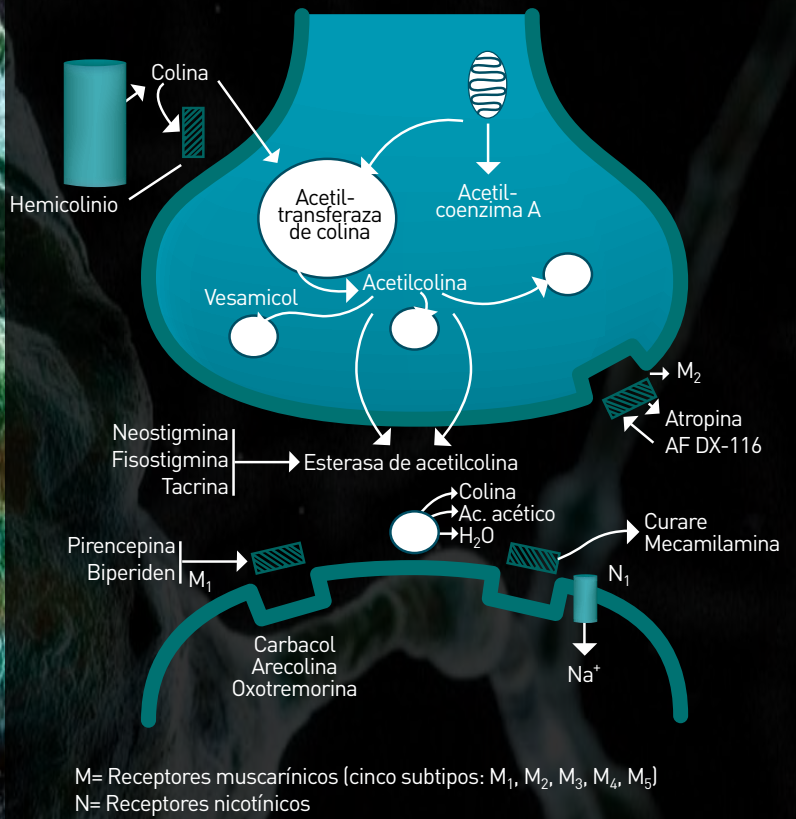
El descubrimiento de los neurotransmisores o la transmisión humoral que cambia el estado de excitación de un tejido

fue una aportación de Otto Loewi, quien estimulaba corazones de rana a través de su nervio vago o neumogástrico, para lo cual contaba con una preparación de dos corazones, uno con inervación (conexión a su nervio) y otro sin nervio; ambos inmersos en una solución fisiológica de *ringer* (sales en concentraciones biológicas y agua). Si se estimulaba el corazón con el nervio, bajaba su ritmo de contracción y el segundo hacía lo mismo, siempre que compartiera el mismo baño de ringer. Es decir, algo se trasladaba del corazón inervado al no inervado y lo modificaba en paralelo; pronto se descubrió que ese *algo* era un neurotransmisor que hoy llamamos acetilcolina (figura 2).

### DE LOS RECEPTORES A LOS NEUROTRANSMISORES

La otra cara de la historia es la que proviene de la farmacología. El concepto de los receptores había ya sido propuesto con el fin de explicar que una misma sustancia tuviera dos efectos opuestos en diferentes tejidos. Para seguir con la acetilcolina,

**FIGURA 1  
SINAPSIS DE ACETILCOLINA**



En la presinápsis se elabora el neurotransmisor que, al recibir el impulso eléctrico (potencial de acción), se libera hacia la hendidura sináptica y de ahí interacciona con los receptores de la membrana postsináptica.

**FIGURA 2  
ESQUEMA  
DEL EXPERIMENTO  
DE OTTO LOEWI**



El corazón con su nervio (B) se estimula y baja su frecuencia de contracción. Un segundo corazón (A), que no tiene nervio, pero sí comunicación con el líquido de ringer, el cual baña al primer corazón, baja también su frecuencia de contracción. Esta fue una de las evidencias de la transmisión por sustancias de un tejido a otro.

→ Los receptores de los neurotransmisores son un tipo de antena receptora que amplifica las señales, crea un tipo de comunicación hacia el interior de la célula y, concretamente, con el núcleo de ésta, donde se encuentra el material genético

se sabía que la aplicación de este neurotransmisor disminuía la frecuencia cardíaca, mientras que en el músculo liso intestinal, aumentaba su actividad y hacía que las asas intestinales\* se contrajeran hasta el punto de dar cólicos. Los primeros medicamentos para los cólicos eran antagonistas de esa estructura que los farmacólogos llamaron receptores.

Un modelo, un tanto metafórico, para entender esto, es el de las cerraduras de unas puertas y sus correspondientes llaves (figura 3). *La llave maestra* sería el neurotransmisor que elabora el cuerpo y es capaz de abrir todas las cerraduras (receptores). Otras llaves han sido encontradas por los investigadores –mediante el viejo método de ensayo y error–; tal es el caso de la acetilcolina y la atropina –también neurotransmisores– que bloquean una variedad de cerraduras.

Los receptores de los neurotransmisores no sólo son las cerraduras que he comentado, son también un tipo de antena receptora que amplifica las señales, crea un tipo de comunicación con el interior de la célula y, concretamente, con el núcleo de ésta, donde se encuentra el material genético. Esta comunicación entre el receptor y el genoma es lo que explica el fenómeno de la plasticidad cerebral; es decir, el poder –ya sea proveniente del medio externo o del interno– para cambiar las conexiones entre las neuronas (sinapsis) en lo relativo a calidad y densidad.

Lo anterior puede ocurrir por varios motivos, uno de ellos está asociado con el hecho de que los receptores aumentan o bajan en número, dependiendo de la cantidad de neurotransmisor que interacciona con ellos. Si existe un exceso de neu-

rotransmisor o de las moléculas antagonistas, el receptor se ajustará bajando en cantidad (es lo que llamamos regulación hacia abajo), o bien, en términos de efectividad o sensibilidad (lo que provocará una desensibilización).

Estos dos fenómenos pueden ser claramente reportados en las situaciones de adicción a las drogas; por ejemplo, es así como se explica que la dependencia y/o tolerancia de una persona a una sustancia se produce debido a un descenso en

TABLA 1

**Algunos neurotransmisores conocidos en la actualidad y sus relaciones más frecuentes con la clínica neuropsiquiátrica**

- Óxido nítrico (NO) – Vasodilatadores, disfunción eréctil
- Acetilcolina (ACh) – Memoria, regulación motora, inicio del sueño de movimientos oculares rápidos, mantenimiento de la vigilia

**Amino ácidos:**

- Glutamato (Glu) – aprendizaje y excitabilidad
- Aspartato (Asp) – epilepsia
- Glicina (Gly) – inhibición en médula espinal y excitabilidad.

**Purinas:**

- Adenosina – regulación de sueño lento.
- Adenosina monofosfato

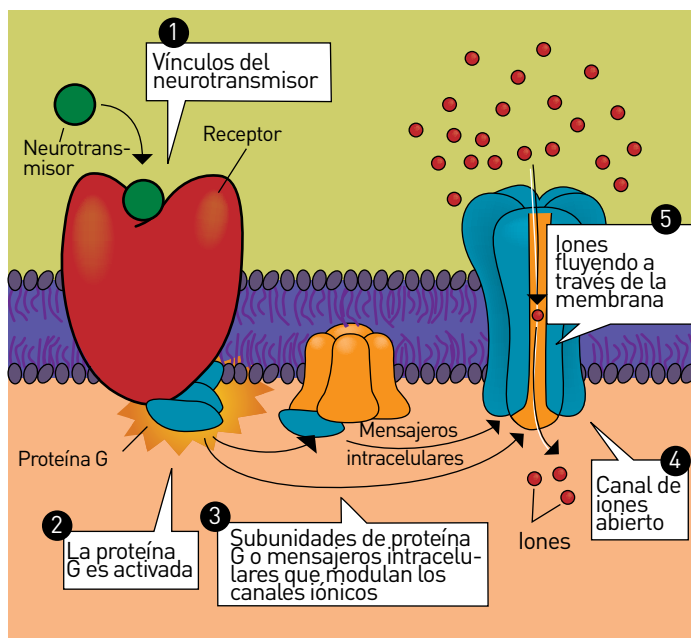
**Derivados de amino ácidos**

- Derivados de triptofano: serotonina (5-HT) – ansiedad, depresión mayor
- Derivados de tirosina: dopamina (DA) – enfermedad de Parkinson; esquizofrenia – atención deficiente
- Norepinefrina (NE) – Ansiedad, alerta, depresión mayor
- Epinefrina (Epi) – Reacción aguda al estrés
- Derivados de glutamato: ácido gama amino butírico (GABA) –es el principal neurotransmisor inhibitorio
- Derivados de la histidina: Histamina. Mantienen el estado de alerta.

**Péptidos:**

- Opioides: encefalinas, beta-endorfinas, dinorfinas. Analgesia, regulación de la temperatura corporal; regulación de secreción de hormonas
- Neurohipofisarios: vasopresina, oxitocina, neurofisiina (regulación de líquidos y de la contracción uterina)
- Taquininas: Sustancia P (SP); neuroquinina A; neuroquinina B (Regulación del dolor y procesos inflamatorios)
- Gastrinas: gastrina y colecistoquinina (CCK). (Regulación del apetito)
- Somatostatinas: Somatostatina. Regulación de crecimiento y movilización de lípidos
- Relacionadas al glucagón: péptido intestinal vasoactivo (VIP). Crecimiento y funciones de excitabilidad neuronal

**FIGURA 3**  
**MODELO DE LA LLAVE Y LA CERRADURA DE LOS NEUROTRANSMISORES**



Los receptores de los neurotransmisores son de dos tipos: abren un canal o poro para el paso de un ión (partícula cargada) o activan los segundos mensajeros. Esto no se ha mencionado, ¿a qué se refiere? mediante la proteína G (receptor en color naranja).

la efectividad de los receptores, de tal manera que si llega a suspenderse la droga bruscamente, se produce en el sujeto un síndrome de supresión, el cual generalmente opera como la cara opuesta de los efectos inducidos por la droga.

Los farmacólogos encontraron que casi todas sus drogas adictivas actúan sobre los receptores; las que mimetizan el efecto de los neurotransmisores se han llamado agonistas, y las que bloquean éste, antagonistas. Así tenemos receptores para marihuana (canabinoides), nicotina, alcohol, opio, etc. (figura 3).

Por otra parte, ante la baja o carencia de un neurotransmisor, por enfermedad, como puede ser la parálisis agitante del parkinson, se observa un aumento de los receptores tanto en la calidad como en la sensibilidad de la recepción en la post-sinápsis. Esta hipersensibilización o *regulación hacia arriba*, es también un fenómeno que subyace en algunas manifestaciones neuropsiquiátricas. Un ejemplo de ello es la estimulación repetida con cocaína –la principal forma de uso es mediante *atracciones*– lo cual conduce a un estado de regulación *hacia arriba*, que es opuesto a lo que he mencionado.

La cocaína aumenta la liberación de dopamina y ésta, al actuar con sus receptores dopaminérgicos del tipo dos (D-2), logra un aumento en el número y la eficacia. Si esto ocurre en una zona especial del cerebro conocida como núcleo accumbens (parte del sistema límbico), el resultado será una psicosis del tipo paranoide que no se distingue con facilidad de las esquizofrenias paranoides, excepto por el antecedente de que el paciente sea consumidor de cocaína.

Esta fue la primera evidencia *pesada* de que una alteración bioquímica inducida por un agente farmacológico (cocaína o

anfetaminas) podía inducir una serie de alteraciones conductuales como alucinaciones (experiencias sensoriales sin objeto externo) o delirios (creencias ilógicas irreducibles a las leyes de la lógica aceptadas socialmente en cada comunidad).

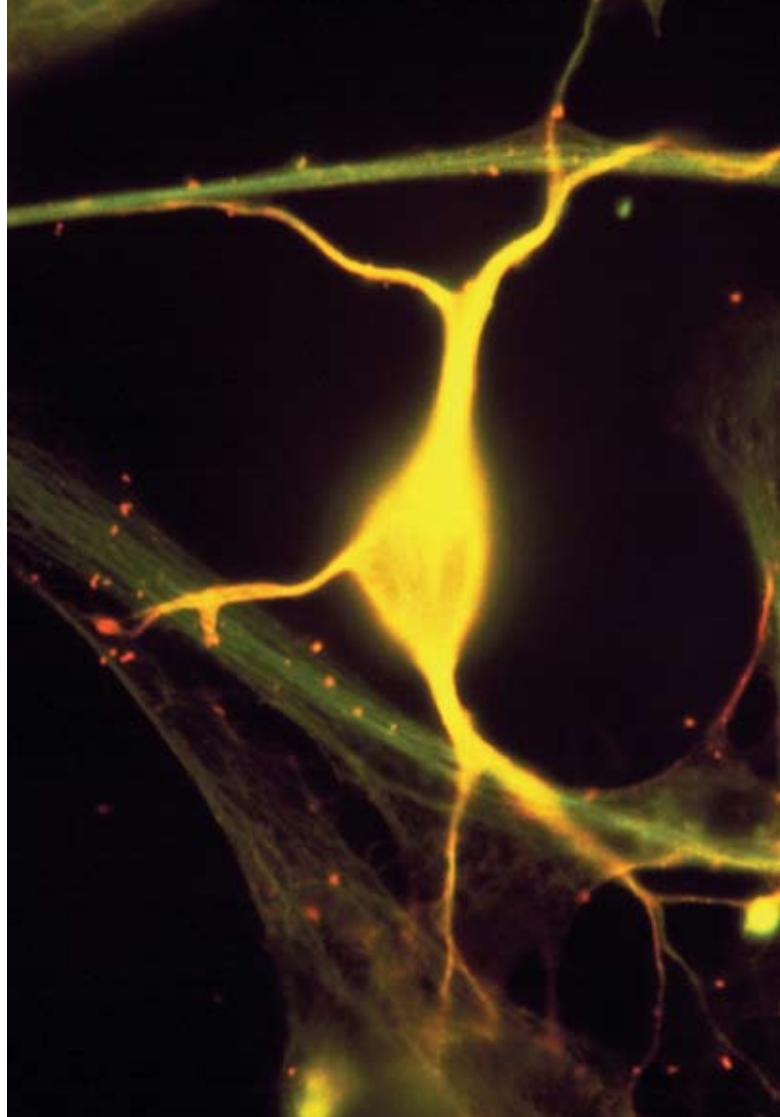
### NEURONAS PLURILINGÜES

Al explicar este punto suele utilizarse una metáfora que compara los sistemas de neurotransmisión con el dominio de un idioma, pues se sabe que, en efecto, las neuronas pueden hablar varias lenguas y entender otras tantas, aun cuando no todas las neuronas que hablen se entiendan entre sí, ni todas las que se entiendan se hablen. Esto, puesto en término de receptores y neurotransmisores, quedaría más o menos como sigue:

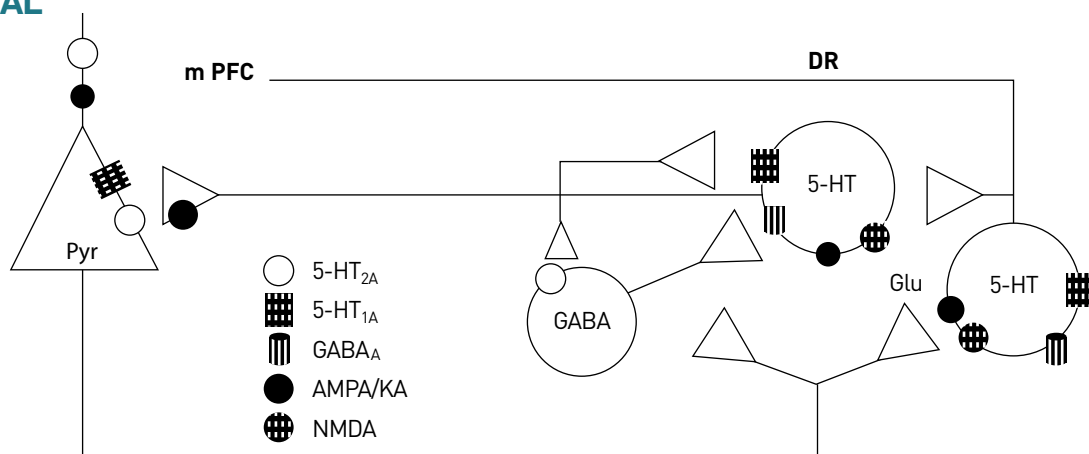
1. Si yo soy una neurona puedo *hablar* (fabricar o sintetizar) varios neurotransmisores, los cuales tienen funciones complementarias, por ejemplo, algunas neuronas tienen funciones de glándulas y se inervan con acetilcolina y vasopresina –la segunda aumenta el flujo de sangre y la extravasación de líquido que llevará a llenar las glándulas, en tanto que la acetilcolina provoca la contracción de los músculos lisos de los conductos y ascini (agrupamientos de células glandulares) para que se exprima literalmente la glándula y expela lo acumulado.
2. Si puedo entender el idioma de la acetilcolina se me llamará colinoceptiva (sensible a este neurotransmisor); si puedo fabricarla seré colinérgica; colinoceptiva cuando sólo tiene receptores a acetilcolina y colinérgica cuando produce acetilcolina.

→ Ante el descenso o la carencia de un neurotransmisor, se observa un aumento de los receptores tanto en la calidad como en la sensibilidad de la recepción en la postsinapsis

3. Puedo tener receptores de sustancias que no fabrico, pero es importante el que tenga esos receptores para enterarme cuándo se requiere de las sustancias que fabrico. Los receptores para sustancias que se ingieren y de la cual se tiene un efecto en el sistema nervioso, nos indican que el cuerpo tiene una sustancia similar. Este fue el caso de los receptores al opio (receptores a péptidos endógenos como las encefalinas y endorfinas).
4. Tengo un mecanismo de regulación para no fabricar más o menos de lo que necesito como neurona. Por ejemplo, el mismo neurotransmisor, producido en exceso, inhibe su síntesis (inhibición por producto final).
5. Si fabrico un neurotransmisor, tengo la maquinaria para sintetizarlo, la maquinaria es un sistema de enzimas (una enzima = una proteína). Esta propiedad, me permite crear



**FIGURA 4**  
**CONECTOMA ENTRE TALLO CEREBRAL Y CORTEZA FRONTAL**



Las neuronas de serotonina (5-HT) están en el tallo cerebral y se conectan hacia la corteza cerebral, en la zona del lóbulo frontal. En esta zona, las células piramidales, dan una conexión que va a descender al tallo cerebral, con otras neuronas intermedias que trabajan con neurotransmisores como GABA. Este conectoma se ha implicado en la regulación del tono emocional y está relacionado con mecanismos de acción de algunos tratamientos antidepresivos.

Celada *et al.*, 2001 *J. Neuroscience*.

anticuerpos contra las enzimas, y detectar qué sitio del cerebro contiene un transmisor determinado, cuál es éste y en qué que cantidad se presenta; es decir, las proteínas inducen la formación de anticuerpos en animales diferentes al humano, por ejemplo conejos. Esto es comprobable al colocar el anticuerpo más una sustancia que tiñe en la preparación de un tejido cerebral, el anticuerpo se pega a la proteína para la cual es selectivo, y el resultado es que sólo el sitio donde se encuentra el antígeno (la proteína o enzima), es el que se pinta, y esto nos da la identidad de las neuronas en cuanto al neurotransmisor que fabrican. El método se llama inmuno-histo-química.

El resultado final de este ejercicio es que vamos entendiendo las interconexiones entre las neuronas. A estos circuitos con una función y que interactúan de manera autorregulada se les llama conectomas. Estos se encuentran formados por fibras, cuerpos neuronales, dendritas y sinapsis. La necesidad de desarrollar este nuevo paradigma, es una alternativa más para poder entender la distancia explicativa que va de una sinapsis a una función o una conducta. Es más una necesidad epistemológica que busca alejarse de un modelo reduccionista, en el que se pretendía hacer una relación entre un neurotransmisor y los diferentes eventos que lo regulan y amplifican (receptores) y una función o una enfermedad. En la medida que entendemos más las conexiones, vamos teniendo una imagen de lo intrincado del proceso y que no es caótico, como se solía pensar.

### EL CIRCUITO NIGRO-ESTRIATAL-NIGRA

En un sentido de terminología, los circuitos tienen una similitud a las rutas de los autobuses, señalan el punto de partida y a dónde llegan. Este sistema nigro-estriatal nigra. Se origina en la sustancia negra, en el mesencéfalo, sitio en el que se encuentran los cuerpos celulares y los axones ascienden hasta la región del estriado de los ganglios basales. Tiene un efecto inhibitorio sobre las neuronas colinérgicas que a su vez modulan el movimiento. Al desaparecer esta conexión, nigra-estriado se deja sin freno al temblor de reposo, y éste se manifiesta como parte de los síntomas de la enfermedad de Parkinson. La otra vía de la vía es la estriado-nigra; en el funcionamiento de esta vía funciona otro sistema de neurotransmisión, conocido como GABA (Ácido Gamma Amino Butírico), considerado como el neurotransmisor inhibitorio. Si se entiende los componentes de este circuito, las diferentes sinapsis, los neurotransmisores que intervienen en él, se puede predecir qué pasaría si se modifica el asa sana de el enfermo de Parkinson, con una mayor inhibición del GABA, por ejemplo, con benzodiacepinas (GABA y benzodiacepinas se potencian), lo que se puede predecir que suceda es que aumenten los síntomas de la enfermedad.

### EL CIRCUITO PUENTE - CORTEZA FRONTAL - PUENTE

Este circuito fue descrito por Francesco Artigas y su grupo

→ La distancia entre conductas normales y anormales se ha acortado en la medida que entendemos los procesos en forma interrelacionada; el diseño de medicamentos puede estar actuando a varios niveles de los conectomas

(figura 4); en este conectoma, intervienen células de serotonina, de norepinefrina, de dopamina, de ácido glutámico, GABA y otros sistemas. Además de receptores de diferentes tipos. Este tipo de conocimiento generó una de las explicaciones sobre la latencia al inicio del efecto terapéutico de los antidepresivos y fue la base racional para que nuestro grupo, en México, realizara la estimulación cerebral profunda en enfermos con depresión mayor resistentes y enfermos refractarios con trastorno obsesivo compulsivo.

Otros circuitos o conectomas, se han empleado en la explicación del sueño, la vigilia, y la regulación de las ensoñaciones. La distancia entre conductas normales y anormales se ha ido acortando en la medida que entendemos procesos interrelacionados. Lo anterior implica, que el diseño de medicamentos y de intervenciones quirúrgicas pudieran estar actuando a varios niveles de los conectomas. ●

---

\* Intestinos aislados de animales de laboratorio que se colocan en una cámara con líquidos fisiológicos, a temperatura ideal, y que se les somete a procedimientos farmacológicos y/o electrónicos

---

### BIBLIOGRAFÍA

- Celada, P., M. V. Puig, J. M. Casanovas, G. Guillazo and F. Artigas. "Control of dorsal raphe serotonergic neurons by the medial prefrontal cortex: Involvement of serotonin-1A, GABA (A), and glutamate receptors". *Journal of Neuroscience*. 2001;21(24):9917-29.
- Martin J. B. "The Integration of Neurology, Psychiatry and Neuroscience in the 21st Century". *American Journal of Psychiatry* 2002; 159:695-704.
- Snyder S. H., Ferris and S. D. Novel. "Neurotransmitters and Their Neuropsychiatric Relevance". *Am J Psychiatry* 2000; 157:1738-1751.
- Sporns O., O. Tononi and R. Kötter. "The Human Connectome: A Structural Description of the Human Brain". *PLoS Computacional Biology*, 2005; 1: e42: 245-251.

---

Rafael J. Salín Pascual es médico cirujano, especialista en psiquiatría, con maestría y doctorado en ciencias médicas por la UNAM. Es especialista en medicina de trastornos del dormir por el Henry Ford Hospital, de Estados Unidos. Es investigador nacional, nivel III y profesor titular (Pride, nivel D) en el Departamento de Psiquiatría y Salud Mental, de la Facultad de Medicina, UNAM. Ha sido profesor visitante en: University of California, San Diego, University of Harvard, Universidad Complutense, de Madrid, y en el Instituto de Investigaciones Biomédicas, de Barcelona.



# FUGITIVOS DE LA VÍA LÁCTEA

En los últimos meses ha circulado una extraña historia noticiosa según la cual algunos científicos han demostrado que el Sol no es un miembro nativo de nuestra galaxia, la Vía Láctea. Las galaxias son conjuntos de cientos de miles de millones de estrellas que muestran un determinado comportamiento dinámico en conjunto.

**E**n una página de internet llamada *Viewzone* se anuncia haber descubierto que el Sol fue absorbido por la Vía Láctea al devorar una galaxia enana. Pero la verdad es que no existe base alguna para afirmar que ello así haya ocurrido.

La mencionada galaxia enana ha sido denominada *Sagitario*, ya que se localiza en la zona de la constelación del mismo nombre. La Vía Láctea tiene una mucha mayor masa y, por lo tanto, ejerce mayor fuerza de gravedad, lo que ha destruido a la otra galaxia convirtiéndola en un largo reguero de estrellas, el cual es casi perpendicular al plano del disco de la Vía Láctea y lo intersecta.

El Sol se localiza muy cerca del punto de intersección entre el reguero y la Vía Láctea y como las probabilidades de que esto ocurra son muy bajas, se ha hecho el salto lógico –obviamente no justificado– de concluir que el Sol proviene de la galaxia enana y no se originó en la Vía Láctea.

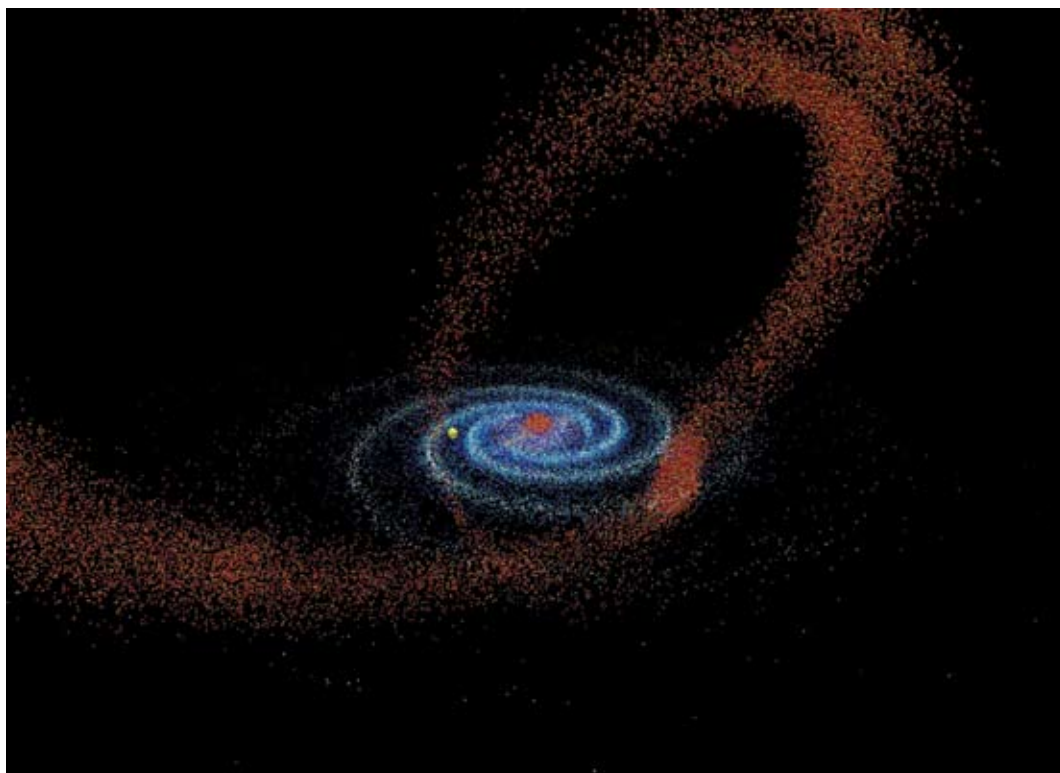
Sin embargo, si así fuera, el Sol estaría orbitando en el centro de la misma Vía Láctea, en una dirección muy distinta a la del plano del disco galáctico. No obstante, los estudios hechos sobre el movimiento del Sol respecto al centro

de la Vía Láctea (usando para ello la traslación que compartimos con otras estrellas vecinas y tomando como referencia nuestro movimiento relativo ante otras galaxias cercanas, al igual que con los cúmulos estelares próximos a la misma Vía Láctea) muestran con una certeza absoluta que la gran órbita del Sol en torno al centro de nuestra galaxia se ubica en el plano de la misma y que por lo tanto no está en proceso de atravesar el disco galáctico con un ángulo considerable de incidencia, como ocurriría con todas las estrellas de la galaxia enana. Ello refuta de entrada el reclamo de que el Sol es ajeno a la vía Láctea.

También se asegura en estos textos que la pertenencia del Sol a esa otra galaxia se explicaría por el hecho de que el plano de la Vía Láctea, como se observa a simple vista en una noche estrellada desde la Tierra, se aprecia inclinado en un ángulo notable respecto al plano del círculo de la eclíptica en la esfera celeste, plano que contiene la órbita de la Tierra y la de casi todos los otros planetas en torno al Sol y que, de paso, es el que determina el llamado Zodiaco.

Si se examinan los artículos originales aparecidos en *Viewzone* y *Curezone* <http://curezone.com/blogs/fm.asp?i=985423>, así como en <http://abc.net.au/science/news/stories/2007/1942665>.





→ La Vía Láctea es la espiral que contiene las estrellas azules, y la llamada galaxia de Sagitario corresponde a la franja con las estrellas rojas. El Sol es la esfera amarilla.

htm se puede ver que en realidad los proponentes de esta teoría no entienden la cuestión del ángulo entre ambos círculos. Interpretan que el reguero de estrellas de la galaxia Sagitario incide en un ángulo con la Vía Láctea, pero alegan que esta es la razón por la cual el plano de nuestro sistema solar se inclina ante el plano de la Vía Láctea en unos  $60^\circ$ .

Pero el Sol se formó a partir de una nube de gases hace unos 5 mil millones de años, y las fuerzas que iniciaron su giro respecto a un centro de gravedad donde se formaría el Sol, podrían estar dirigidas en cualquier dirección, ya que las estrellas más cercanas se hallan a más de cuatro años luz de distancia y su efecto gravitatorio hubiera tenido muy poco impacto en el proceso de acreción –acumulación– de materia que dio lugar al sistema solar.

También se afirma que el calentamiento de la Tierra se debe a que el Sol está entrando al


llamado *ecuador* de la Vía Láctea y por ello la Tierra recibe más calor. Esto también es falso, ya que la temperatura del espacio exterior se mantiene, al igual que en todo el vacío interestelar del Universo, en poco más de  $2^\circ$  kelvin sobre el cero absoluto, aparte de haberse demostrado que el calentamiento es un proceso determinado por condiciones atmosféricas.

Preocupa sobre todo la excesiva credulidad ante esta versión mostrada por medios generalmente serios y críticos. ●

#### REFERENCIAS

- “La Tierra no proviene de la Vía Láctea, aseguran astrónomos”, en <http://www.el-universal.com.mx/articulos/41004.html>
- “Is the Sun from Another Galaxy?”, en <http://www.badastronomy.com/bablog/2007/06/27/is-the-sun-from-another-galaxy/>

## El proyecto Optiputer

 CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
CICESE DE ENSENADA (CICESE)

Roberto Ulises Cruz A.\*

Luego de firmarse un convenio de colaboración con el California Institute of Telecommunications and Information Technology (Calit2), el CICESE se integró al proyecto Optiputer, cuya finalidad es el desarrollo del primer portal que permitirá el acceso a una nueva ciberestructura, la más poderosa en el ámbito mundial para el manejo de información y colaboración científica, convirtiéndose así en la primera institución mexicana que tendrá acceso a esta arquitectura cibernética para la cual el principal insumo son las redes ópticas, no las computadoras.



El proyecto Optiputer –llamado así por el uso de redes ópticas, protocolo de internet (IP), almacenamiento computacional, además de tecnologías de procesamiento y visualización– constituye una infraestructura visionaria que permite acoplar los recursos computacionales y las redes ópticas paralelas de manera muy estrecha, utilizando los mecanismos de comunicación del protocolo de internet.

Se trata del proyecto más grande en computación financiado por la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF, por sus siglas en inglés) en los últimos

cinco años, cuyo propósito es permitir que aquellos investigadores que están generando terabytes y petabytes de información (un terabyte equivale a mil 24 gigabytes; y un petabyte son mil 24 terabytes, es decir, mil 24 millones de gigabytes) puedan visualizar interactivamente, analizar y correlacionar datos que se encuentren en múltiples sitios conectados por redes ópticas.

Actualmente participan en este proyecto varias instituciones estadounidenses aparte del Calit2, además de varias instituciones afiliadas –algunas de ellas europeas y asiáticas–. La mayoría de ellas ya cuentan con optiportales, que son terminales apropiadas para este tipo de enlaces. Básicamente hablamos de una serie de monitores de 30 por 30 pulgadas, que forman una gran pantalla mural. La más grande, instalada en el AIST de Japón, es de 100 millones de píxeles y está conectada a una velocidad de 10 gigabytes por segundo (Gbps).

[www.cicese.mx](http://www.cicese.mx)

\* Departamento de Comunicación del CICESE



EL COLEGIO DE SAN LUIS, A. C.  
(COLSAN)

El estado de San Luis Potosí es la primera entidad que cuenta con un registro de sus comunidades indígenas. Fue realizado por El Colegio de San Luis, y cofinanciado por el Instituto Nacional de Desarrollo Social y la Coordinación Estatal de Atención a Pueblos Indígenas.

El proyecto abarcó un universo de 388 comunidades indígenas potosinas en 23 municipios del estado e involucró a investigadores y autoridades comunitarias. Estas últimas, en la mayoría de los casos, desarrollaron un activo papel, pues indagaron y escribieron la historia de su comunidad, elaboraron croquis o mapas, y anotaron su calendario anual, registrando las principales actividades productivas, fiestas y rituales, entre otros. Así, el estudio ofrece conocimientos desde el interior de las propias comunidades.

Los resultados obtenidos nos acercan a la memoria histórica de los indígenas potosinos; indican cuántas y cuáles son las comunidades indígenas ubicadas en la entidad; cuál es su calendario agrícola-ceremonial anual; de qué modo conciben y resuelven las faltas y delitos de sus miembros; cómo es su organización; cuál la jerarquía de sus mandos, los mecanismos de elección, y toma de decisiones.

Según el coordinador del proyecto, antropólogo Agustín Ávila, "el conocimiento forjado, esperamos sea un instrumento que permita y fortalezca el diálogo intercultural, donde la población indígena sea conocida con su verdadero rostro, base seguramente de una sustentada revalorización de la herencia indígena y sus posibles enseñanzas, como esa que define un principio constitutivo y operativo: *La comunidad es una carga compartida*".

[www.colsan.edu.mx](http://www.colsan.edu.mx)

## Dulces, plomo y seguridad

 CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA EN TECNOLOGÍA  
**CIATEJ** Y DISEÑO DEL ESTADO DE JALISCO, A. C. (CIATEJ)

La agencia estadounidense de Administración de Drogas y Alimentos (FDA), del estado de California, responsable de regular lo relativo a medicamentos y alimentos, reconoce al CIATEJ como único laboratorio en México autorizado para realizar la determinación de plomo en cumplimiento con las especificaciones de la FDA, para controlar la contaminación con plomo presente en algunos productos de dulce que México exporta a los Estados Unidos.

El plomo es un metal pesado que se utiliza en muchos materiales y productos, es un elemento natural y no se desintegra en el ambiente; aún más, cuando es absorbido por el cuerpo resulta tóxico, acumulativo y de difícil eliminación; causa daño en diversos órganos y en el sistema nervioso. Los dulces pueden contaminarse con plomo por el uso de algunos ingredientes, entre ellos el chile en polvo, durante el



proceso de fabricación y por contacto con la envoltura a la que se aplica tintas.

Actualmente el CIATEJ realiza análisis de plomo a empresas relacionadas con la producción de dulces y botanas, aunque debido al impacto mediático originado por la presencia de plomo en juguetes, también se efectúan determinaciones en juguetes de empresas que importan y/o exportan estos artículos para la población infantil.

[www.ciatej.net.mx](http://www.ciatej.net.mx)

## Calzado infantil confortable y saludable

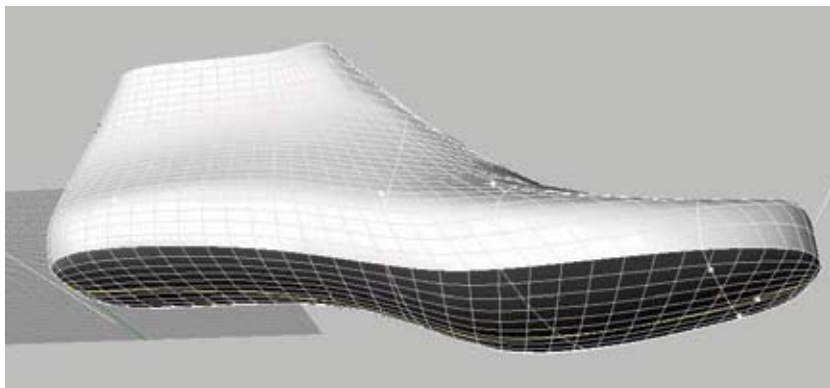
 CENTRO DE INNOVACIÓN APLICADA  
EN TECNOLOGÍAS COMPETITIVAS, A. C.  
**CIATEC** (CIATEC)

### Alejandra Alicia Silva Moreno

El objetivo principal del uso de calzado es proteger nuestros pies, con este fin ha ido evolucionando el diseño de los zapatos. Sin embargo, en la actualidad el diseño y desarrollo de calzado infantil se realiza a partir de información obtenida en estudios de hace más de 20 años, el que fue diseñado para poblaciones étnicamente diferentes a las de nuestro país, en particular para las europeas, por lo que el zapato no se ajusta ya a la antropometría del pie de nuestros niños.

Los niños desarrollan varias actividades en diversos tipos de superficies, y lo óptimo es que utilicen un calzado adecuado, de lo contrario, se corre el riesgo de propiciar problemas, incluso, en la formación de los pies.

Para prevenir la aparición de alteraciones y ofrecer un calzado más confortable y saludable, acorde con la anatomía del pie infantil mexicano, la compañía Manufacturera de Calzado VAVE del Grupo VAVITO, de León Guanajuato, con personal del CIATEC, A. C. dirigido por la doctora Alejandra Alicia Silva Moreno



están desarrollando innovaciones tecnológicas con el concepto total de calzado.

En la primera etapa realizaron un estudio antropométrico de los pies de niños y niñas, a lo largo de la república mexicana, en el que se midieron las dimensiones de ambos pies de cerca de mil infantes, utilizando tecnología de digitalización tridimensional. En la segunda etapa (de próximo inicio) se incorporarán al calzado características ergonómicas y biomecánicas. Este proyecto está siendo apoyado parcialmente por el Conacyt a través de Fondos Mixtos Guanajuato.

[www.ciatec.mx](http://www.ciatec.mx)

## Robot bípedo

En las últimas décadas se ha desarrollado una gran diversidad de robots con tecnología avanzada, los cuales proporcionan ayuda al ser humano para realizar las tareas del hogar, aunque también otras más difíciles o complicadas.

Tras cinco años de investigación, en la Universidad Libre de Berlín (Freie Universität Berlin), los doctores Daniel Zaldívar y Erik Valdemar –ambos del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería (CUCEI), de la Universidad de Guadalajara– desarrollaron varios prototipos de robots bípedos, algunos incluso con capacidades de visión estereoscópica.

Estos robots estarán facultados para apoyar en acciones de rescate y ser utilizados como prótesis para personas con discapacidades de locomoción por su diseño a base de módulos intercambiables.

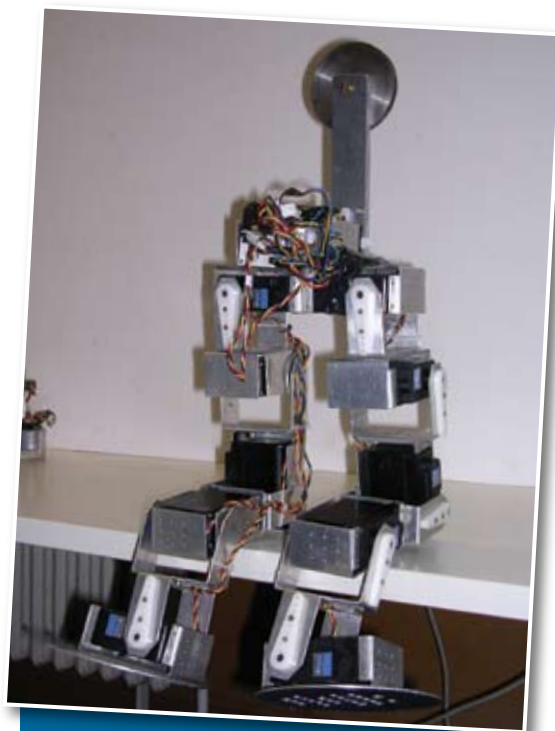
La versión más reciente del robot bípedo consta de diez grados de libertad que se manipula a través de un microcontrolador. Cada grado se encuentra implementado en un módulo independiente que contiene un servomotor (dispositivo con la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y mantenerse estable). Para los investigadores, el problema de hacer caminar este robot fue dividido en dos etapas. Una relativa a la secuencia del proceso de caminar, mientras la otra incide en el equilibrio del robot; ambas se encuentran relacionadas y son consideradas por el controlador. Los resultados obtenidos pueden observarse en <http://irsi.cucei.udg.mx/irsi/>

La caminata es producida mediante una secuencia de movimientos basados en un algoritmo, en tanto que el equilibrio se logra a partir de un controlador difuso o *Fuzzy* (herramienta para el control de subsistemas y procesos complejos), todo ello ejecutable a través del microcontrolador.

Cada pata del robot contiene un sensor que retroalimenta la distribución de las fuerzas de presión, con lo que calcula el ZMP (Zero Moment Point) o punto de inercia cero, el cual se debe mantener dentro de un rango de valores con la finalidad de proporcionar la estabilidad total del robot. Finalmente, la corrección del ZMP se realiza con la intervención de cuatro servomotores que permiten la realización de movimientos laterales.

Además, el robot tiene dos cámaras integradas que le permiten una visión estereoscópica, así como medir distancias o profundidad para planear una ruta o trayectoria que lo conduzca a un objetivo específico.

Una versión mejorada de este robot se encuentra en la Universidad Libre de Berlín, en trámite de patente, por lo que los desarrolladores ahora buscan el apoyo financiero que les permita continuar con el proyecto en México.



### CARACTERÍSTICAS

- Material: aluminio
- Dimensiones: .50 m de altura y cinco kilos de peso
- Movimientos: caminata en superficie plana y capacidad para subir escaleras

### ADITAMENTOS

- Microcontrolador: tarjeta pequeña que se transmite vía *bluetooth* (comunicación inalámbrica para la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos) a una computadora
- Dos cámaras *web* que le permiten visión estereoscópica
- Precio en comparación con otras tecnologías similares: más bajo

### LA DIFERENCIA

- Construido en forma de de módulos ensamblables, para brindar mayor libertad de movimientos
- Puede ser ensamblado como trípedo, cuadrúpedo, o bien darle la forma requerida y programar sus movimientos
- Su configuración va de acuerdo con las necesidades de cada usuario

# Nuevos pigmentos nanoestructurados

En la actualidad, los avances en la nanotecnología han ocurrido con gran rapidez y en forma sorprendente, sobre todo en la medicina, la química, la física y la electrónica; muchos de estos progresos han beneficiado el ámbito industrial.

Ejemplo de ello son los nanopigmentos cerámicos creados por la doctora Ana Leticia Fernández Osorio, del Departamento de Física de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, de la UNAM, con los cuales se colorea vajillas, azulejos, pisos, recubrimientos, vidrio y plásticos.

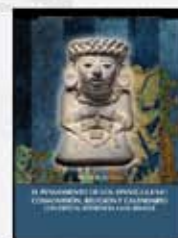
Tras cinco años de investigación, la doctora Fernández Osorio descubrió que mientras más pequeño sea el tamaño de las partículas de los pigmentos (entre 5 y 15 nanómetros; los que ya se encuentran en el mercado tienen más de 100), éstos presentan nuevas propiedades en los colores y una mayor estabilidad térmica. Estos nanopigmentos se obtienen mediante procesos químicos utilizando la técnica de difracción de rayos x y la microscopía electrónica. Los materiales empleados en su elaboración son óxidos de metales de transición como cobalto, níquel y zinc que no dañan el medio ambiente y permiten ser manipulados a escalas nanométricas.

Hasta el momento se ha logrado obtener cinco tonalidades de amarillo, el cual se espera probar con porcelana, plástico y vidrio; también se tiene la expectativa de conseguir una amplia gama de turquesas y violetas, además de los pigmentos fluorescentes.

Aunque todavía se encuentran en fase de investigación y falta analizar sus niveles de toxicidad, estos nanopigmentos, por sus atributos, podrían formar parte del mercado nacional en breve.

## ATRIBUTOS

- Presentación en forma de polvo fino
- Mantenimiento de la tonalidad antes y después de su aplicación
- Alta estabilidad térmica
- Posibilita dar color a una mayor cantidad de materiales con menos pigmentos
- Bajo costo y mayor eficacia, en comparación con los pigmentos importados
- Se puede producir en grandes volúmenes



El pensamiento de los *binnigula'sa*:  
cosmovisión, religión y calendario  
con especial referencia a los *binnizá*

Victor de la Cruz

INAH/CIESAS/IEEPO/Juan Pablos

2007



El padrón de comulgantes  
del Arzobispo  
Francisco Antonio Lorenzana  
1768-1769

América Molina del Villar  
David Navarrete Gómez (editores)

CIESAS/AHAM

2007



Territorios fragmentados.  
Estado y comunidad indígena  
en el Istmo veracruzano

Emilia Velázquez Hernández  
CIESAS/El Colegio de Michoacán

2006

Acceptamos tarjetas de crédito

Librería

Guillermo Bonfil Batalla

La Casa Chata

Hidalgo y Matamoros s/n Tlalpan

56 55 01 58 ext. 119

ventas@cieras.edu.mx

## Apoyo a mujeres científicas

Como parte del Programa Internacional L'Oréal-UNESCO "For Women in Science", se entregaron, por primera vez en México, las Becas Nacionales 2007, con el apoyo de la Academia Mexicana de Ciencias.

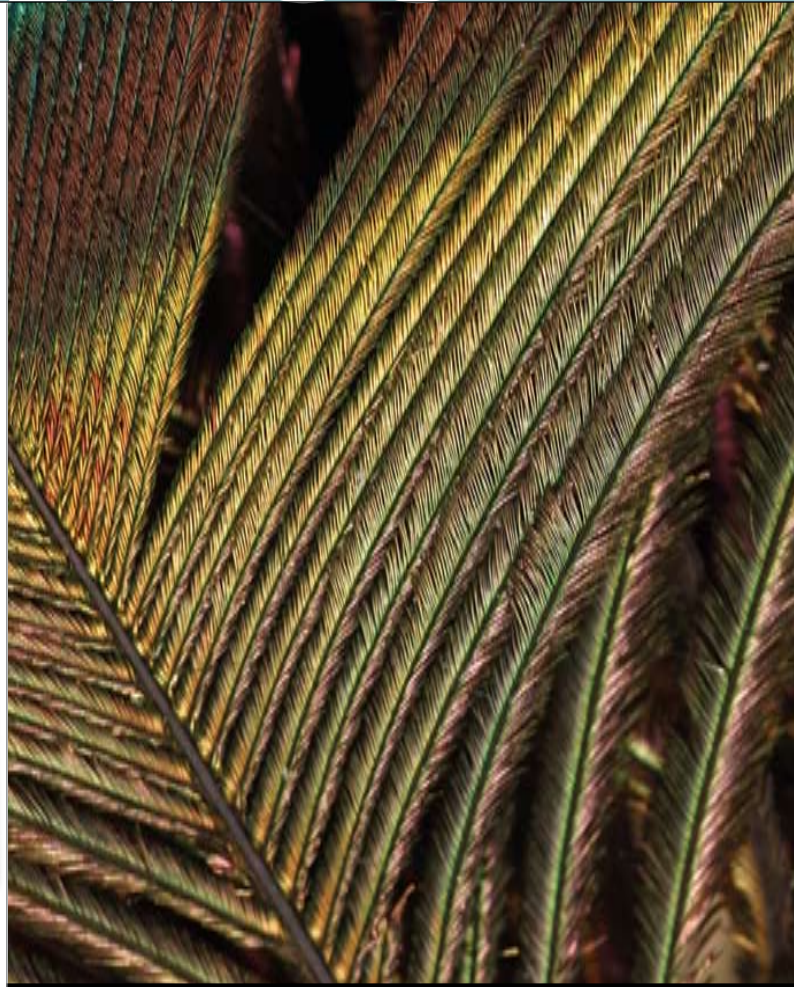
Con estas becas se pretende incentivar a mujeres científicas mexicanas, de nivel posdoctoral y menores de 36 años, a continuar en la consolidación de sus carreras para estimular el avance científico del país.

Cinco jóvenes científicas fueron seleccionadas, entre 71 solicitantes, por la Comisión de Premios de la Academia Mexicana de Ciencias. Estas becas se otorgaron a representantes de cuatro áreas del conocimiento: Biología y química, Físico-matemáticas y ciencias de la Tierra, Medicina y ciencias de la salud e Ingeniería y tecnología.



Las galardonadas fueron:

- **Liliana Quintanar Vera**, quien investiga cómo algunos metales –particularmente el cobre– pueden interactuar con las proteínas involucradas en el desarrollo de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer, el mal de Parkinson o la enfermedad de las vacas locas.
- **Claudia Arango Galván** ha desarrollado estudios en la caracterización geofísica para la búsqueda de los recursos hídricos.
- **Viviana del Carmen Valadez Graham**, por sus investigaciones en torno a la proteína ATRAx en la *Drosophila melanogaster*, cuya presencia está asociada al síndrome del mismo nombre, así como a retraso mental y algunas malformaciones.
- **Karla Guadalupe Carvajal Aguilera** estudia los mecanismos moleculares de desórdenes metabólicos; ejemplo: hipertensión, diabetes y obesidad como respuesta a factores externos que podrían ser la alimentación o la actividad física.
- **Ana Laura Martínez Hernández** investiga sobre la síntesis y caracterización de nuevos materiales obtenidos a partir de queratina extraída de un desecho avícola (pluma de pollo).



## Restauración con baba de nopal

La baba de nopal tiene varios atributos; los aztecas la usaban para controlar la fiebre, curar la diarrea o las infecciones e, incluso, aliviar los labios partidos. Los conocimientos sobre su uso han pasado de generación en generación.

Durante el proceso de investigación, Gonzalo Fructuoso Hernández, restaurador especializado en la conservación de acabados y elementos arquitectónicos, del Instituto Nacional de Antropología e Historia, decidió incorporar la baba de nopal a las técnicas para la conservación de inmuebles, uno de ellos es el ex convento de Churubusco, construido en el siglo XVII, en el cual trabaja para recuperar cuatro hornacinas (huecos en los muros cubiertos por una cúpula donde se colocaban imágenes religiosas) que se fueron deteriorando por el cambio de temperatura y humedad, presión atmosférica y otros factores.

# Nuevo Instituto Adams

→ Como parte de su compromiso social, Cadbury Adams abrió al público el Instituto Adams que, además de ofrecer información sobre la importancia de la salud bucal, orientará en lo relativo a la prevención de enfermedades bucales.



## Plumas de ave, más que desechos

Hoy en día las plumas de ave no tienen un uso muy extendido; principalmente se utilizan para rellenar colchones, almohadas o chamaras, pero parece ser que pueden tener otras aplicaciones; la doctora Ana Laura Martínez Hernández es una pionera en el estudio del aprovechamiento de estos desechos.

Después de siete años de estudio, la investigadora del Departamento de Metal Mecánica, del Instituto Tecnológico de Querétaro, encontró que la queratina (una proteína natural, ligera, con alta resistencia mecánica y térmica) contenida en las plumas de ave, puede ser utilizada con el fin de generar materiales compuestos de matriz polimérica o polímeros –en términos generales, plásticos– híbridos o sintético-naturales, entre otros materiales de desarrollo innovador.

La queratina es una proteína natural, ligera, con alta resistencia térmica y mecánica que también se encuentra en la capa externa de la epidermis, los tejidos del cabello y en las uñas, pero con una estructura molecular diferente a la de las plumas de las aves.

El medio ambiente también puede ser beneficiado con este sistema, pues, por un lado, las plumas de ave –sin una aplicación importante–

generan una gran cantidad de residuos, pues por tener muy poca densidad ocupan un espacio considerable; por otra parte, la combinación de queratina y plástico produce un material más resistente a los impactos, pero resulta que, además, la primera contribuye a degradar los polímeros sintéticos con mayor celeridad –recordemos que hasta ahora los grandes periodos de degradación de este material han sido una verdadera calamidad–, por lo que ésta no será una de tantas tecnologías propiciatorias de daño ambiental utilizada para la remoción de contaminantes.

La importancia de la aportación de la doctora Ana Laura Martínez es, particularmente, el enfoque de reciclaje de un desecho problemático, pues ha aprovechado los grupos orgánicos que están dentro de la estructura química de la pluma para remover metales pesados como el cromo o el arsénico de agua contaminada que ocasiona problemas en la salud. Plantea, además, la posibilidad de incorporar este desecho a la elaboración de materiales compuestos útiles como sería el desarrollo de aislantes térmicos y acústicos de gran ligereza, alto desarrollo estructural y con una importante resistencia mecánica.

### PROCEDIMIENTO

- Primero se debe eliminar todas las fuentes de deterioro.
- A continuación, se aplica el aditivo tres veces al día en las zonas pulverizadas del inmueble.
- El proceso debe llevarse a cabo por, aproximadamente, 20 días.



Después de practicar con casi todas las recetas que se reportan en la literatura, sin éxito, se logró obtener la mezcla más favorable para la restauración: un aditivo parecido a un gel hecho a base de cal, arena y baba de nopal, el cual funciona como una especie de telaraña que compacta poco a poco las pulverizaciones ocurridas en la construcción debido al paso del tiempo, para que vaya adquiriendo dureza y una buena consistencia.

No obstante, utilizar este producto requiere un análisis previo de los estratos para conocer las características, las

técnicas de manufactura y los acabados, ya que esta mezcla tiene sus reglas de aplicación. “No se puede utilizar el producto en cualquier estrato, porque a veces lo rechaza o se tienen resultados no deseados, como oquedades o pequeñas burbujas. Es una valoración entre la obra, el aditivo que vamos a aplicar y el momento en que lo vamos hacer”, menciona Gonzalo Fructuoso.

Todavía no se conoce el tipo de nopal capaz de aportar mayores beneficios, pero las investigaciones continúan para mejorar el aditivo.



## FÁRMACO CONTRA LA MUERTE NEURONAL

MÓNICA NAVA

Un fármaco que inhibe la muerte de neuronas en las personas que sufren infarto cerebral (interrupción súbita del flujo sanguíneo en el cerebro) fue desarrollado por primera vez gracias al esfuerzo de especialistas del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía (INNyN).

Tras 10 años de investigación, el doctor en ciencias farmacológicas Camilo Ríos, y su equipo, lograron crear una sustancia capaz de evitar la muerte de las neuronas que se encuentran cerca de la zona afectada, es decir, en la *penumbra del infarto*.

Las neuronas localizadas en el centro de la lesión cerebral mueren en cuestión de minutos, pero las aledañas reciben flujo de sangre –y por lo tanto, oxígeno y glucosa– durante más tiempo, lo cual posibilita su salvación, explicó en entrevista el especialista, jefe del Departamento de Neuroquímica del INNyN.

“En un infarto cerebral, el centro de la lesión corresponde a 10% de las neuronas que morirán, el 90 restante son las que se encuentran en la penumbra, por lo que si impedimos su muerte le evitamos al paciente la mayor parte del daño”.

El fármaco, al que los científicos denominan *neuroprotector*, tiene como principio activo la dapsone, medicamento generalmente utilizado para tratar la lepra, pero los investigadores mexicanos descubrieron que también tiene efectos sobre el sistema nervioso y es capaz de prevenir la muerte neuronal.

Con experimentos realizados en roedores, pudieron observar que si administraban el medicamento dentro de la primera media hora después de haber sufrido el infarto, el cerebro presentaba una zona de destrucción pequeña comparada con la de aquellos que no habían recibido el fármaco.

Por ello, la primera de dos dosis debe aplicarse vía intravenosa antes de que transcurran 30 minutos después del infarto.

“Como es prácticamente imposible que una persona llegue al hospital en ese lapso, la idea es que el paramédico pueda aplicar la inyección en la ambulancia, incluso si no está seguro de que se trata de un infarto, ya que el medicamento aplicado una sola vez no tiene efectos negativos si no se trata de un infarto cerebral”.

La segunda dosis se aplica de manera oral dentro de las ocho horas siguientes pero no después de ese tiempo, porque para entonces “las neuronas de la penumbra ya habrán muerto y no tendría ningún caso aplicar el medicamento; por otro lado, entre más pronto se aplique el neuroprotector dentro de las primeras ocho horas, mayor será la recuperación”.

### HECHO EN MÉXICO

De acuerdo con el investigador mexicano, ellos son los primeros en elaborar un neuroprotector, ya que en todo el mundo se han hecho varios intentos para crearlo, pero hasta el momento no se había logrado.

Con su uso se evitarán las principales consecuencias derivadas del infarto cerebral, en primer lugar la muerte (alrededor de 20 % de los pacientes que lo sufre, fallece como consecuencia de él); así como la pérdida de movilidad en la mitad del cuerpo, pérdida del habla, de la memoria y de la capacidad de aprendizaje.

“Aunque los pacientes que reciban el fármaco sí tendrán secuelas, serán muy leves, como debilidad o incapacidad para sostener objetos pesados, nada grave que no pueda solucionarse con rehabilitación.”

Para comercializar el neuroprotector en México, los espe-



cialistas sólo esperan aprobación de la Secretaría de Salud (SSa), así como la aprobación de la Administración de Drogas y Alimentos (FDA, por sus siglas en inglés) para exportar el producto a Estados Unidos.

Los investigadores ya cuentan con la patente del Instituto Mexicano de Protección Industrial y la Patente Comunitaria Europea, y tienen otra en trámite para Japón, Corea, Rusia, China y varios países de Latinoamérica.