

# SABERE **S** CIENCIAS

mayo 2016 · número 51 año 5 · Suplemento mensual

 **La Jornada**  
de Oriente

## Biología



## Editorial

## Contenido

**Sustentabilidad del desarrollo**

Las Naciones Unidas (ONU) han consensado la Agenda del Desarrollo Sostenible 2016-2030 (Agenda) y los Acuerdos sobre Cambio Climático de la Convención Marco (COP21) celebrada en París en los meses de noviembre y diciembre de 2015. Ambos acuerdos fueron suscritos por México y la mayor parte de los países representados en la ONU. En la Agenda se definen 17 objetivos para lograr un desarrollo que satisfaga las necesidades materiales y espirituales actuales de la población mundial con el menor deterioro de los recursos naturales, y sin poner en peligro la satisfacción de las necesidades de generaciones futuras; la COP21 fue signada por 175 países, quienes de manera no condicionada se comprometieron a disminuir la intensidad de las emisiones de gases invernadero para lograr, entre todos, que el incremento de temperatura en 2100 sea menor a 1.5 grados Celsius, las acciones comprometidas corresponden a los años 2020-2030 y, en el caso de México, se pretende disminuir en 25 por ciento las emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2030, es decir, que en lugar de mil 117 millones de toneladas de dióxido de carbono (mtCO<sub>2</sub>) que habría en 2030 si no hubiera un programa de mitigación, habrá 829 mtCO<sub>2</sub> cuando en 2013 el inventario fue de 781 mtCO<sub>2</sub>; el compromiso es disminuir la intensidad de las emisiones, no el valor absoluto de las mismas.

La ONU asocia el daño ambiental al cambio climático y no lo relaciona con la predación que de los recursos naturales y del sujeto de trabajo hace la producción capitalista. Implícitamente asume que la apropiación mercantil de los recursos no es causal de la miseria, pobreza y degradación de las condiciones de vida de la población mundial y que la pérdida de biodiversidad, deterioro de los ecosistemas marino y terrestre, escasez y especulación del agua dulce, agotamiento de los recursos no renovables y emisiones de gases de efecto invernadero son ajenas al modo de producción y consumo que prevalecen. Por eso, con estrategias de largo aliento (eficientes, incluyentes, sustentables, justas, equitativas, innovadoras, participativas y responsables) y gestiones públicas ad hoc, el mundo será sustentable y justo. Suponiendo que así fuera, esos compromisos no se han reflejado en las estrategias y políticas públicas nacionales, estatales o municipales y, mucho menos, en las prácticas cotidianas de gestión pública.

En la Agenda, los problemas del ambiente están explícitamente definidos en cinco objetivos (agua; energía; cambio climático; vida submarina y ecosistemas terrestres) e indirectamente en otros cinco (producción y consumo responsable; ciudades y comunidades sostenibles; Industria, innovación e infraestructura; trabajo decente y crecimiento económico, y hambre cero —agricultura sostenible—). La sustentabilidad se entiende como objetivo transversal que debe ser incluido en todas las acciones de la gestión pública; no es un adjetivo carente de valor o fundamento, ni un requisito presupuestario, sino que debe guiar la estrategia y la política pública. En nuestros Planes de Desarrollo del Poder Ejecutivo federal, estatales o municipales el objetivo de sustentabilidad no está jerarquizado, no es transversal ni está reflejado en políticas ni presupuesto; en el mejor de los casos, se relaciona con mitigación y adaptación al cambio climático y en la generación de energía descarbonizada.

En la COP21 México se comprometió a generar 35 por ciento de energías limpias en 2024 y 43 por ciento en 2030; a mejorar el transporte urbano, a homogenizar las normas de contaminación vehicular con los estándares más altos, y a mejorar la calidad de las gasolineras: a promover las ciudades y comunidades sostenibles; a incrementar el uso de celdas y calentadores solares; a recuperar el gas metano de los rellenos sanitarios; a disminuir la tasa de deforestación y promover tecnologías agrícolas sostenibles. Estas acciones deben ser traducidas a todos los programas sectoriales, regionales y sociales actualmente existentes y definirse en estrategias y políticas públicas de largo plazo, consensada por las distintas fuerzas electorales presentes en el Congreso de la Unión.

Es contradictorio que el gobierno de Enrique Peña Nieto se comprometa a erradicar la pobreza extrema o reducir a la mitad la pobreza en cualquiera de sus modalidades cuando en su gestión esta ha aumentado; se compromete a una alimentación sana, nutritiva, suficiente y los patrocinadores de la campaña hambre cero son las empresas transnacionales que producen alimentos chatarra; o que se garantice la diversidad genética cuando se promueve el monocultivo y el uso masivo de agroquímicos; o que se comprometa a eliminar toda forma de violencia contra mujeres y niñas en todos los ámbitos cuando los feminicidios se generalizan e intensifican; que se comprometa a garantizar el acceso universal y equitativo al agua potable cuando ésta se concede a particulares sin ningún compromiso para mejorar la calidad, garantizar el abasto o cobrar un precio asequible a los ingresos de la población. El Ejecutivo federal se ha comprometido a proteger ecosistemas relacionados con el agua y, en los hechos, otorga concesiones a granel a las mineras con derecho de prelación sobre el agua y exonerándolas de la contaminación ambiental, destrucción de hábitat y pérdida de biodiversidad. Si el Poder Ejecutivo asume como suya la Agenda y la COP21, debe ser consecuente tanto en el ejercicio de su gestión como en sus estrategias y políticas públicas.

SABERE SIENCIAS es un suplemento mensual auspiciado por La Jornada de Oriente

DIRECTORA GENERAL  
Carmen Lira Saade  
DIRECTOR  
Aurelio Fernández Fuentes  
CONSEJO EDITORIAL  
Leopoldo Altamirano Robles  
Jaime Cid Monjaraz  
Alberto Cordero  
Sergio Cortés Sánchez  
José Espinosa  
Julio Glockner  
Raúl Mújica

COORDINACIÓN EDITORIAL  
Sergio Cortés Sánchez

REVISIÓN  
Aldo Bonanni  
EDICIÓN  
Denise S. Lucero Mosqueda

DISEÑO ORIGINAL Y FORMACIÓN  
Elba Leticia Rojas Ruiz

Dirección postal:  
Manuel Lobato 2109, Col. Bella Vista.  
Puebla, Puebla. CP 72530  
Tels: (222) 243 48 21  
237 85 49 F: 2 37 83 00

[www.lajornadadeoriente.com.mx](http://www.lajornadadeoriente.com.mx)  
[www.saberesyciencias.com.mx](http://www.saberesyciencias.com.mx)

AÑO V · No. 51 · mayo 2016

Las opiniones expresadas en las colaboraciones son responsabilidad del autor y de ninguna manera comprometen a las instituciones en que laboran.

## 3 Presentación

El quehacer de la ecología como disciplina científica  
DULCE MARÍA FIGUEROA CASTRO

## 4

Biología básica vs. biología aplicada.  
Laboratorio de Ecología Evolutiva de la BUAP  
PALESTINA GUEVARA-FIORE

## 5

Las bacterias, ¿una alternativa para la agricultura amigable?  
DALIA MOLINA-ROMERO,  
SAÚL JUÁREZ-SÁNCHEZ, JESÚS MUÑOZ-ROJAS

## 6

Los ves y no los ves ..... a los líquenes  
ROSA EMILIA PÉREZ-PÉREZ

## 7

Propagación de ondas eléctricas en el encéfalo  
MONTSERRAT VÁZQUEZ BALBUENA

## 8

Productos bióticos para el aprovechamiento de los recursos naturales: el caso de los "mayates" o "escarabajos de mayo"  
ÁNGEL ALONSO ROMERO-LÓPEZ

## 9

¿De dónde viene el ámbar de Chiapas?  
CARLOS CASTAÑEDA-POSADAS, MARIANA CONTRERAS LÓPEZ,  
MARÍA DE JESÚS HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ  
Y DIANA KAREN PÉREZ LARA

## 10

Enfermedades transmitidas por insectos en Puebla  
CÉSAR ANTONIO SANDOVAL-RUIZ

## 11

Código de barras de ADN para la identificación universal de especies  
MARÍA ROSETE ENRÍQUEZ

## 12 y 13 Homo sum

Elecciones mancilladas  
SERGIO CORTÉS SÁNCHEZ

## 14 Tras las huellas de la naturaleza

"Vámonos de vacaciones"  
TANIA SALDAÑA RIVERMAR Y CONSTANTINO VILLAR SALAZAR  
ILUSTRACIÓN: DIEGO TOMASINI / DIBRUJO

## 15 Tekhne Iatriké

Farmacéutica prehispánica  
JOSÉ GABRIEL ÁVILA-RIVERA

## 16 Reseña (incompleta) de libros

El curioso incidente del perro a medianoche  
ALBERTO CORDERO

## 17 INAOE 45 años

Un vals para el Taller de Ciencia para Jóvenes  
RAÚL MÚJICA

## 18 Efemérides

Calendario astronómico mayo 2016  
JOSÉ RAMÓN VALDÉS

## 19 A ocho minutos luz

LIGO: Observador de ondas gravitacionales  
CARLOS TREVIÑO

20 Agenda  
Épsilon

JAIME CID MONJARAZ

## Directorio



• En nuestra portada aparece una fotografía de Swillie Swaboeb, en [www.flickr.com](http://www.flickr.com)

Tus comentarios son importantes para nosotros, escríbenos a:

[info@saberesyciencias.com.mx](mailto:info@saberesyciencias.com.mx)



Dulce María Figueroa Castro

# El quehacer de la ecología como disciplina científica

A lo largo de las últimas décadas el uso de la palabra ecología se ha vuelto cada vez más común en nuestro vocabulario. Basta con poner atención a los diversos medios de comunicación a que tenemos acceso (televisión, internet, periódicos), para notar que la palabra ecología suele asociarse a anuncios y/o información de productos tan diversos como detergentes, pinturas, productos alimenticios, y limpiadores, entre otros. Incluso en algunos periódicos ya hasta se ha hecho explícita una sección de ecología. Del mismo modo, la ciudadanía hace uso del término ecología sin cuestionar el significado que se le da. Y es que pareciera que la mayoría de la gente hace uso del concepto de ecología como un sinónimo de medio ambiente. Asimismo, suele asociarse con problemas ambientales, campañas de cuidado del ambiente, jornadas de limpieza, contaminación y cambio climático, entre otros. Sin embargo, ¿qué es realmente la ecología?, ¿cuál es su objeto de estudio?

La ecología es la ciencia encargada del estudio de las interacciones entre los organismos y su medio ambiente. En este sentido, los ecólogos se dedican a estudiar cómo los organismos (bacterias, algas, hongos, plantas, animales) interactúan y responden al medio físico (temperatura, humedad, etcétera) y biótico (otros organismos) que los rodea. Aquí se debe enfatizar en que el objeto de estudio de la ecología no es el humano. Si bien el ecólogo puede llevar a cabo estudios en los que se analicen las interacciones del humano con su entorno, ése no es su objeto central de estudio; puesto que cualquier ser vivo puede fungir como el objeto de estudio de la ecología.

El ecólogo puede estudiar a los seres vivos en cuatro diferentes niveles de organización: individuo, población, comunidad y ecosistema. La autoecología se encarga de estudiar las respuestas de los individuos a su entorno físico. Por ejemplo, si se desea probar un nuevo fertilizante a usar en un cultivo en particular, diferentes individuos de la población deberían ser expuestos a distintas concentraciones del fertilizante. A través de ensayos de este tipo se puede determinar la concentración en la que el fertilizante no tiene ningún efecto sobre las plantas de interés, la concentración en la que las plantas tienen su mayor rendimiento (crecimiento, producción de frutos, etcétera), así como aquella en la que el uso del fertilizante podría ser letal.

Las poblaciones de organismos, es decir, el conjunto de individuos de la misma especie que coexisten en tiempo y espacio, son el objeto de la ecología de poblaciones. En este nivel de organización el ecólogo analiza el comportamiento dinámico de las poblaciones, incluyendo las tasas de mortalidad y de natalidad, así como la esperanza de vida de los organismos de cada categoría de edad dentro de la población. A través de este tipo de estudios, el ecólogo puede determinar si las poblaciones se encuentran estables (no crecen, pero tampoco disminuyen), si se encuentran en crecimiento, o bien, si sufren de una marcada disminución que pudiese poner en riesgo a la población. Bajo este último escenario, el ecólogo puede determinar qué categoría de edad es más vulnerable (por ejemplo, a las enfermedades o a la depredación) y proponer planes de manejo y protección que aminoren la mortalidad en esa categoría de edad y, consecuentemente en toda la población. Por el contrario, si la población de un organismo introducido o no benéfico presenta una tasa de multiplicación muy elevada, se pueden proponer planes de manejo para disminuir sus poblaciones. El censo poblacional que se lleva a cabo cada 10 años en nuestro país es un ejemplo claro del uso de las metodologías de la ecología de poblaciones para conocer la dinámica de la población mexicana. Por ejemplo, a través de los datos obtenidos en el censo poblacional se determina la estructura de edades (la proporción de niños, jóvenes, adultos y adultos mayores), así como las tasas de natalidad y mortalidad en la población. Otro ejemplo del uso de las herramientas de la ecología de poblaciones en nuestra vida diaria es la determinación del monto por el que se pueden asegurar los individuos de distintas categorías de edad. Éstos se establecen a partir de la esperanza de vida que tienen dichos individuos, de acuerdo con la estimación obtenida a través del estudio demográfico correspondiente.

Por su parte, la sinecología se encarga de estudiar el tercer nivel de organización de la ecología, es decir, las comunidades (conjuntos de individuos de diferentes especies que coexisten en tiempo y espacio). En este nivel de organización, el ecólogo caracteriza la cantidad de especies de un sitio dado (riqueza específica), identifica qué especies hay (composición de especies), cuantifica el número de individuos de cada especie que se encuentra en ese sitio (abundancia) y establece la relación abundancia-riqueza de especies para esa localidad (diversidad). A través de los estudios de ecología de comunidades, el ecólogo puede comparar la riqueza específica, composición, abundancia y diversidad de especies espacial y temporalmente. De esta forma se puede establecer, por ejemplo, el impacto de algún tipo de perturbación sobre la comunidad de

S

organismos que habita en un lugar dado. De igual modo, se pueden analizar los cambios en dichos parámetros a través del tiempo, así como establecer planes de restauración que permitan recuperar la diversidad de especies de un lugar de manera similar a la que se presentaba antes de un disturbio.

Por último, el ecólogo de ecosistemas se encarga de estudiar el movimiento de materia y energía dentro y entre ecosistemas. Al igual que en la ecología de comunidades, el objeto de estudio del ecólogo de ecosistemas es la comunidad biótica; sin embargo, los estudios ecosistémicos incluyen, además de los organismos que conforman a la comunidad, las relaciones existentes entre ellos desde el punto de vista de los ciclos de nutrientes y del flujo de energía. En este sentido, el ecólogo de ecosistemas evalúa las interacciones de los organismos con su medio ambiente desde una perspectiva termodinámica.

Entonces, resulta evidente que la idea de ecología que comúnmente se usa no corresponde con el quehacer y los alcances reales de esta ciencia. En este sentido, hay que aclarar que ecología no es sinónimo de medio ambiente ni de ecologismo; no tiene por objeto de estudio los problemas ambientales ni su único objeto de estudio es el humano; tampoco es un movimiento político-social. La ecología es una disciplina científica con dos siglos de historia, que tiene por objeto de estudio a cualquier ser vivo, está apegada al método científico, y cuenta con sus propios paradigmas. La ecología es, entonces, una ciencia que nos permite conocer el funcionamiento de nuestro entorno, y entender cómo interactúan los seres vivos entre sí y con su medio físico.

figgery@gmail.com ✉

*“Por las que no están,  
por las que sí están,  
por las que vendrán”*



**Concierto Coral  
del Día de la Madre**

**Teatro de la Ciudad**

Portal Hidalgo 14, Centro  
12 de mayo de 2016 | 19 hrs

Coro de Niños Cantores de la BUAP, Dir. Agustín Peñuela  
Coro Polifónico de Puebla, Dir. Luis Serrano

**ENTRADA GRATUITA**

✈ @vedcbuap  
f /vedcbuap



**BUAP**

Vicerrectoría de Extensión y Difusión de la Cultura

Palestina Guevara-Fiore

# Biología básica vs. biología aplicada

Cuando era estudiante de licenciatura no sabía qué especialidad elegir, pues al asistir a seminarios cada tema expuesto parecía fascinante. Fue hasta que comencé a trabajar comportamiento en peces que decidí que ése sería mi campo de trabajo. El tema me parecía interesante: se trataba de estudiar las señales químicas que alertan la presencia de depredadores en peces cíclidos (Brown et al 2004). Observar a los peces y descubrir los patrones de su conducta me gustó tanto que posteriormente estudié cómo las hembras de una especie de peces endémica de México eligen a los machos con base en su coloración, hallando que las hembras prefieren a los machos menos oscuros y que son menos agresivos (Moyaho et al 2010). Recuerdo que al anunciar mi elección de tema de investigación mi familia tuvo dos reacciones negativas. Por un lado mi abuelo se preocupó porque no sabía cómo el estudiar comportamiento en peces podría ser una profesión que me pudiera solventar económicamente. Por otro lado, mi madre se desanimó un poco pues la idea de tener una hija bióloga era la de alguien que salvaría el mundo, que protegería a las especies en peligro de extinción y solucionaría la pérdida de hábitat, y en lugar de eso tenía una bióloga que estudiaba "manchitas de peces". Las pláticas que tuve con ambos me ayudaron a analizar y comprender la importancia de mi profesión, y a defender mi interés de investigación ante las dos principales críticas que tiene la ciencia básica, ¿cuál es su beneficio económico y para qué sirve estudiar eso?

Actualmente tengo 13 años estudiando comportamiento animal. En 2013 fundé el Laboratorio de Ecología Evolutiva de la BUAP en donde junto con mis estudiantes y colaboradores realizo investigación para entender por qué los animales se comportan de la forma en la que lo hacen y qué ventajas evolutivas tiene dicho comportamiento. Por ejemplo, con peces guppies estudiamos cómo la escasez espermática afecta el comportamiento reproductivo de machos. Para ello comparamos a machos con o sin esperma ante dos hembras, una grande y la otra pequeña, encontrando que los machos a los que artificialmente removimos su esperma, y por lo tanto sin reservas espermáticas, fueron menos selectivos en su elección de pareja, o sea, se aparearon aleatoriamente en comparación con machos que sí contaban con esperma y que preferían a las hembras más grandes y fecundas. De igual forma, los machos sin esperma mostraron menor esfuerzo de apareamiento ya que cortejaron en menor proporción que los machos con reserva espermática. Estos resultados indican que los machos tienden a gastar energía y tiempo en comportamientos reproductivos primordialmente cuando tienen gametos que les permitan fecundar a las hembras. Además, es sorprendente observar que los machos guppies cuentan con señales fisiológicas que les permiten evaluar si tienen esperma o no. El tipo de investigación que realizamos en el Laboratorio de Ecología Evolutiva ([ecoevo.wix.com/palestinaguevara](http://ecoevo.wix.com/palestinaguevara)) es catalogada como ciencia básica, es decir, la investigación que estudia los porqués de los fenómenos

naturales. Su contraparte es la ciencia aplicada o la investigación que busca solucionar problemas específicos.

En México, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) es el organismo encargado de promover el desarrollo científico y tecnológico de nuestro país, a través de becas y convocatorias para financiar proyectos científicos relevantes. No sólo a nivel nacional, sino internacional, existe una paulatina eliminación del apoyo a la ciencia básica, pues es considerada una pérdida ante los ojos de muchos que argumentan que ese dinero debería destinarse

Uno de los biólogos evolutivos más importantes en el mundo, el Profesor John Endler, con quien tuve la fortuna de realizar un postdoctorado, me comentó que hacer solamente ciencia aplicada era como tomar una aspirina para un ataque al corazón. La investigación aplicada sólo ataca los síntomas, no las causas. Uno no puede solucionar problemas sin un entendimiento substancial de cómo funciona la naturaleza. De ahí que un organismo como el Conacyt tenga un

balance en la distribución de su financiamiento, una parte para hacer trabajo de aspirina y otra destinada para entender las causas. La historia muestra que muchos de los proyectos de ciencia básica desembocan en la resolución de problemas para la

humanidad, esto es porque el curso de la ciencia no tiene un trayecto trazado con anticipación, las innovaciones del conocimiento se van acumulando casi fortuitamente ya que un conocimiento nuevo lleva a muchos otros más. Aunado a esto, la ciencia está plagada de anécdotas en las que un descubrimiento innovador se realiza accidentalmente. En el caso de la ecología evolutiva, mi área de investigación, es bien sabido que su estudio tiene impacto directo en temas

cruciales como la agricultura (e.g. polinización) y la conservación de la biodiversidad. Otros ejemplos incluyen la biomedicina básica, cuyos avances en el entendimiento de cómo funcionan los organismos a un nivel celular han permitido construir las bases de la medicina moderna. Realizar investigación básica genera conocimientos tanto teóricos como técnicos. Además, los temas desarrollados por la ciencia básica son de interés público, pues las personas quieren saber cómo funciona la naturaleza. La investigación básica es una herramienta útil para divulgar la educación científica y acercar a los ciudadanos con los científicos. Por último, los laboratorios de ciencia básica también forman recursos humanos, estudiantes que aprenden a utilizar el método científico y a desarrollar conocimientos en cualquier rama de la biología. Convocatorias especiales para realizar investigación básica dan oportunidad a los científicos de explorar temas interesantes con creatividad y con fundamentos teóricos, cuyos alcances son inimaginables en el presente pero que generan una base para que los científicos del futuro afronten problemas globales. ☞

[p.guevara.fiore@gmail.com](mailto:p.guevara.fiore@gmail.com) ✉

## Referencias

- Brennan, P.L.R., Clark, R. and D. Mock. 2014a. Time to step up: defending basic science and animal behaviour. *Animal Behaviour*. 94: 101-105.
- Brennan, P. L.R., Irschick, D., Johnson, N. C. Albertson. 2014b. Oddball science: Why funding studies of unusual evolutionary phenomena is crucial. *BioScience*. 64: 178-179.
- Brown, G. E., Foam, P. E., Cowell, H. E., Guevara-Fiore P. & Chivers, D. P. 2004. Production of chemical alarm cues in juvenile convict cichlids: the effect of diet, condition, and ontogeny. *Annales Zoologici Fennici*. 41: 487-499.
- Moyaho, A., Guevara-Fiore, P., Beristain-Castillo, E. & Macías-García C. 2010. Females of a viviparous fish (*Skiffia multipunctata*) reject males with black colouration. *Journal of Ethology*. 28: 165-170.



exclusivamente para resolver problemas sociales. A priori este razonamiento parece fundamentado. ¿Por qué gastar millones de pesos en estudiar cómo es el sexo en gusanos, si las rayas de las cebras las hacen menos visibles a depredadores, si los perros logran reconocer nuestras expresiones faciales? ¿Por qué estudiar organismos o procesos biológicos poco comunes cuando podríamos estudiar la cura para una enfermedad o mejorar la calidad del aire en nuestra ciudad? Justo este debate empapó a mi amiga, la Dra. Patricia Brennan, quien hace unos años obtuvo un financiamiento para estudiar genitales de patos en la Universidad de Yale. Un grupo conservador criticó fuertemente al gobierno de Estados Unidos por haber otorgado dinero para estudiar penes de aves. En lugar de ignorar los argumentos no fundamentados de dicho grupo, Patty alzó la voz para promover un mejor entendimiento de por qué la ciencia básica es fundamental para el desarrollo tecnológico, científico y educacional de un país (Brennan et al, 2014ab).

Dalia Molina-Romero, Saúl Juárez-Sánchez, Jesús Muñoz-Rojas

# LAS BACTERIAS, ¿una alternativa para la agricultura amigable?

El uso intensivo de fertilizantes químicos en la práctica agrícola tienen como objetivo obtener los máximos rendimientos de producción, generar mayores ganancias y satisfacer la demanda nutricional de la población (Plege-Tellechea *et al.*, 2007). Sin embargo, se tiene como consecuencia paralela la persistencia de residuos de los agroquímicos en el medio ambiente, (agua, aire, suelo), aun en presencia de bajas concentraciones, representan un problema ambiental y de salud. (Molina-Morales *et al.*, 2012).

En la producción de maíz, arroz y trigo, el nutriente más importante es el nitrógeno (N<sub>2</sub>), que puede ser proporcionado mediante la aplicación de Urea (agroquímicos). La aplicación de urea en cultivos de maíz representa casi 30 por ciento de los costos de producción, y se ha reportado que sólo se aprovecha entre 40 y 60 por ciento del total aplicado, además, se producen pérdidas de urea mediante los procesos de volatilización, desnitrificación y lixiviación (Cassman *et al.*, 2002).

Por otra parte, el empleo de plaguicidas como insumo agroquímico indispensable para la agricultura, representan una fuente de contaminación ambiental y generan efectos nocivos para la salud, este problema se incrementa cuando el uso es excesivo e incorrecto de estos químicos (Molina-Morales *et al.*, 2012).

Afortunadamente existen estudios sobre los mecanismos de degradación de estos agroquímicos, uno de ellos es la degradación por microorganismo (bacterias) (Plege-Tellechea *et al.*, 2007).

Una de las bacterias más estudiadas es *Pseudomonas putida*, que es capaz de utilizar plaguicidas e hidrocarburos como fuente de carbono y energía, el empleo de esta bacteria es una alternativa de biodegradación importante para la restauración de suelos contaminados y ecosistemas acuáticos, *P. putida* es considerada una bacteria PGPR (Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal, por sus siglas en inglés).

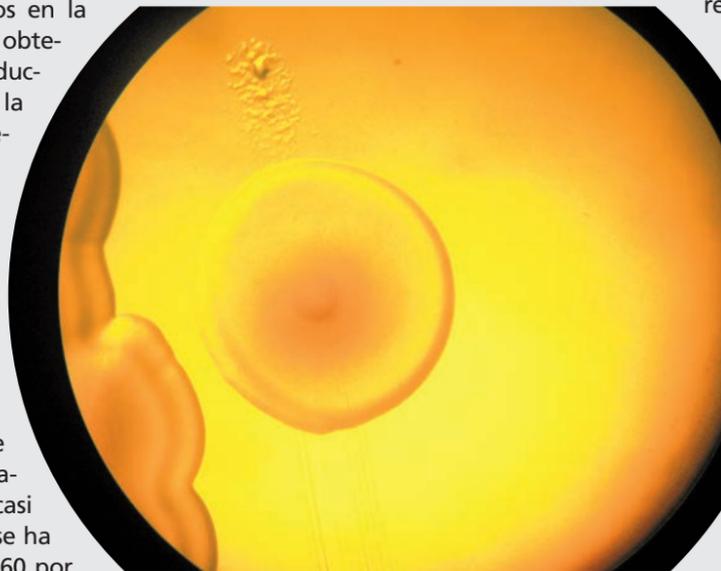
Las PGPR son un grupo de bacterias que colonizan activamente la raíz de las plantas y generan un efecto benéfico, empleando diversos mecanismos de promoción del crecimiento vegetal como: la fijación de nitrógeno, producción de fitohormonas, mecanismos de biocontrol (reduciendo el crecimiento de microorganismos patógenos), biorremediadores (Molina-Romero *et al.*, 2015).

Las sustancias que promueven el crecimiento vegetal son producidas por las bacterias rizosféricas y pueden influir directa o indirectamente sobre el metabolismo y fisiología de la planta (Bhattacharyya, Jha, 2012, Molina - Romero *et al.*, 2015).

Por sus características metabólicas versátiles, las PGPR poseen un potencial biotecnológico para la formulación de inoculantes, definidos como la formulación constituida por un sustrato que contienen microorganismos vivos que ejercen un efecto benéfico a las plantas con las que interacciona.

Una de las rizobacterias más investigadas es *Azospirillum brasilense* considerada como PGPR. El mecanismo de promoción del crecimiento más estudiado es la producción de fitohormonas como auxinas, citocininas y giberilinas, siendo el ácido indol-3-acético (AIA) el de mayor importancia, también se ha explorado la capacidad para fijar nitrógeno, producir sideróforos y solubilizar fosfatos (Bhattacharyya y Jha 2012, Molina-Romero *et al.*, 2015).

*P. putida* es otra PGPR que presenta la capacidad metabólica de solubilizar los fosfatos inorgánicos que las plantas no son capaces de asimilar por sí solas. Y se ha



• *Pseudomonas putida*, por Dotti, en www.flickr.com



• Injecting *P. putida* inoculum into the rhizosphere of banana plants. Imagen tomada de [http://2014.igem.org/Team:Wageningen\\_UR/project/greenhouse](http://2014.igem.org/Team:Wageningen_UR/project/greenhouse)

reportado que en suelos con limitación de fósforo mejora la producción hasta en 70 por ciento. Además produce metabolitos secundarios que ayudan al control de fitopatógenos, y es considerada como un agente biorremediador (Babaloba, 2010).

Con los resultados generados a partir de estos estudios se han formulado y comercializado inoculantes (tipo biofertilizantes) con *A. brasilense* o *A. lipoferum*; estos inoculantes se han aplicado en cientos de miles de hectáreas principalmente en Latinoamérica (Fuentes Ramírez y Caballero-Mellado 2005).

En México se han generado empresas dedicadas a producir y comercializar biofertilizantes, entre las que ubicamos a Biofábrica Siglo XXI, que ha desarrollado productos como Azofer y Rhizofer <http://www.biofabrica.com.mx/about.html>



Otros ejemplos de empresas son:

Biosustenta <http://cosustenta.com/catalogo.html>



Fertilizantes Mexicanos

<http://biofertilizantes.mx/index.html>



Bio Orgánica Mexicana

<http://www.bio-organica.com.mx>



(Molina-Romero *et al.*, 2015, p30).

Todas las empresas antes mencionadas ofrecen al agricultor una alternativa ecológica para incrementar la producción de sus cultivos, además de un impacto favorable a su economía, por los costos menores de estos productos en comparación con los fertilizantes químicos.

El empleo a gran escala de los biofertilizantes resulta atractivo a la práctica agrícola por el incremento en la producción de cultivos; además de ser una opción para cubrir la gran demanda actual de alimentos, así como por la reducción del uso de fertilizantes químicos y agroquímicos, impactando de forma directa en la reducción de la contaminación de los suelos agrícolas y mantos acuíferos (Molina-Romero *et al.*, 2015, p30). ◀

[molinardalia@gmail.com](mailto:molinardalia@gmail.com) ✉

## Bibliografía

1. Plege-Tellechea, F., Sierra-Fonseca, J.A., Castillo-Sosa Y.A. (2007). Riesgos a la salud humana causados por plaguicidas. *Tecnociencia Chihuahua*, 1 (3): 1-6
2. Molina-Morales, Y., Flores-García, M., Balza-Quintero, A., Benítez-Díaz P., Miranda-Contreras L. (2012). Niveles de Plaguicidas en aguas superficiales de una región agrícola del estado Mérida, Venezuela, entre 2008 y 2010. *Rev. Int. Contam. Ambie*, 28(4): 289-301.
3. Cassman, K.G., Dobermann D.T., Walters. (2002). Agroecosystems, nitrogen use efficiency, and nitrogen management. *Ambio*, 31: 132-140.
4. Bhattacharyya, P.N. & Jha, D.K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World J Microbiol Biotechnol*, 28: 1327-135
5. Molina-Romero, D., Bustillos-Cristales M.R., Rodríguez-Andrade, O., Morales-García, Y.E., Santiago-Saenz, Y., Castañeda-Lucio, M., Muñoz-Rojas, R. (2015). Mecanismos de fitoestimulación por rizobacterias, aislamientos en América y potencial biotecnológico. *Biológicas*, 17: 24-34.
6. Babaloba O.O. (2010). Beneficial bacteria of agricultural importance. *Biotechnol Lett*, 32: 1559-1570.
7. Fuentes-Ramírez, L.E. & Caballero-Mellado, J. (2005). Bacterial Biofertilizers. In: PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Z.A. Siddiqui (Ed). Springer Science. Dordrecht The Netherlands, 143-172.

Rosa Emilia Pérez-Pérez

# Los ves y no los ves ..... a los líquenes



Macrolíquenes creciendo sobre un tubo de agua de asbesto. Fotografías: R.E. Pérez-Pérez



Líquenes cortícolas aprovechados por un insecto como camuflaje. Foto: J. Aguilar



Líquenes saxícolas



Líquenes edafícolas



Líquenes folícolas

Los líquenes son organismos enigmáticos formados por la asociación simbiótica entre organismos heterótrofos como son los hongos (Reino Fungi, del *Phylum Ascomycota* y *Basidiomycota*) y organismos autótrofos como las algas verdes (Reino Plantae) y/o cianobacterias (Reino Bacteria). Esta unión es considerada como un estilo de vida que les permitió sobrevivir a condiciones extremas como las que se tenían en el periodo Cámbrico, vivir fuera del agua y ayudar a otros organismos en el proceso de terrestreización; actualmente son un componente importante en todos los ecosistemas, son la base de la cadena trófica en los polos, los que hacen asociación con cianobacterias fijan nitrógeno, ayudan en la formación de suelo y evitan la erosión del mismo.

Son capaces de colonizar cualquier sustrato disponible como pueden ser las cortezas de los árboles (cortícolas), suelo (edafícolas), rocas (saxícolas), hojas (folícolas) y sustratos inanimados (Figuras 1). Exhiben diferentes formas de crecimiento como son costrosos (microlíquenes), foliosos, fruticosos y compuestos (folioso + fruticoso) (macrolíquenes) (Figuras 2). Presentan un crecimiento lento, de escasos 0.1 a 10 mm en los microlíquenes hasta 2-4 cm en los macrolíquenes por año. Esta característica les ha conferido una gran utilidad por el hombre, quienes los usan

como indicadores de contaminación y de conservación. También son utilizados en la medicina tradicional como colorantes e incluso en la industria de los cosméticos y la farmacéutica.

No obstante la importancia que tienen los líquenes para el hombre son poco estudiados, aún faltan muchas especies por descubrir, lo cual cada vez es más complicado por la rápida transformación de los ecosistemas. Afortunadamente, hay especies para las cuales los líquenes son muy importantes, los ven donde quiera que estén y los utilizan, como es el caso de algunas aves que los usan para hacer sus nidos, algunos invertebrados los aprovechan como camuflaje, otros más como alimento, como protección, lo maravilloso es que al mismo tiempo en que se benefician de ellos, les ayudan a dispersarse para que sigan manteniéndose en los ecosistemas y a través del tiempo. ☺

emilia.perez@correo.buap.mx ✉



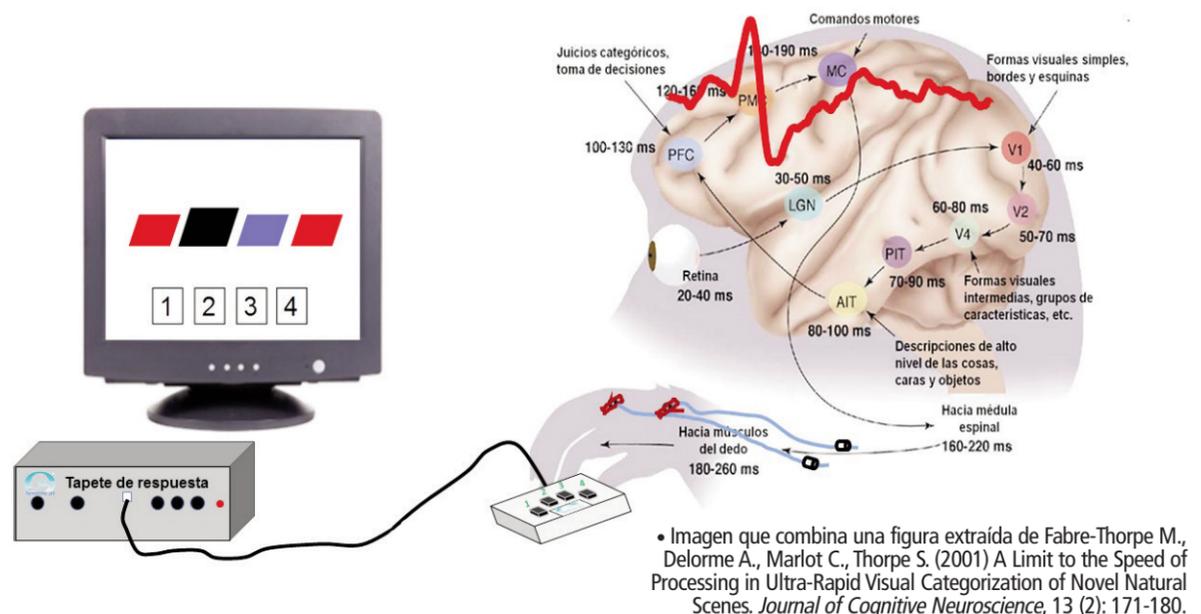
Figuras 2. A,B) Líquenes costroso; C,D) Líquenes foliosos; E,F) Líquenes fruticosos; G,H) Líquenes compuestos

Montserrat Vázquez Balbuena

# Propagación de ondas eléctricas en el encéfalo

El Sistema Nervioso de los animales está conformado por una red sumamente extensa e intrincada de neuronas, alcanzando la cifra de ¡mil 13 neuronas! Más aún, la mayoría se ubica dentro de estructuras (p. ej. los hemisferios cerebrales) o núcleos que, simultáneamente, forman parte de varias redes con funciones diferentes. Todas estas consideraciones han llevado a los científicos, a lo largo de los años, a plantearse una gran pregunta: ¿Cómo es que las neuronas pueden *interpretar, resolver y comunicar* a otras células los distintos estímulos que las pueden excitar, sin crear un inmenso "teléfono descompuesto" de mensajes? El problema no es minúsculo, pues solamente disponen de una respuesta para todo: el potencial de acción. Hasta el momento, se han descrito en detalle tres códigos de comunicación usados por las neuronas: 1) el código de frecuencia, 2) el código temporal, y 3) el código de sincronía entre pares de neuronas, o código poblacional. El primer código establece que los potenciales de acción son eventos unitarios, y que es la frecuencia de los eventos lo que sienta la base de la mayoría de la comunicación interneuronal. El segundo código sostiene que hay un "compás" preciso de disparo de los potenciales de acción, lo que proporciona información adicional que discrimina "mensajes" que poseen la misma frecuencia. El tercer código enuncia que cada neurona dentro de una red cubre una distribución de respuestas acerca de un conjunto particular de estímulos, de modo que las respuestas de muchas neuronas se pueden combinar para determinar ciertas características acerca de los estímulos.

Cambiando aparentemente de tema, la propagación de ondas electroencefalográficas (EEG), fenómeno conocido como "ondas viajeras", en el sistema nervioso es un área de investigación interesante y poco explorada, pues sus mecanismos y bases neurobiológicas permanecen desconocidas desde su descubrimiento, en 1947, por W. Pitts y W. McCulloch. ¿Y por qué es importante estudiar este tema? ¡Porque las ondas de potencial eléctrico generadas por grupos de neuronas podrían representar un *nuevo* código neuronal, con un papel fisiológico! A estas alturas del partido ustedes seguramente estarán preguntándose ¿y qué evidencias existen para apoyar esta idea? Pues déjenme contarles un poco más. Desde la década de 1950 diversos investigadores, alrededor de todo el mundo, han reportado de forma casi puramente *cuantitativa* la presencia de diversas ondas viajeras en distintos sitios del Sistema Nervioso Central. En 2007 investigadores mexicanos propusimos una descripción fenomenológica de la propagación de ondas de potencial eléctrico a través de un nuevo método (basado en el algoritmo del centro de masa de un cuerpo) para *cuantificar* los patrones de las trayectorias de las ondas viajeras alfa EEG además de su velocidad de propagación (Manjarrez y cols., 2007). Con base en esta nueva metodología, se han continuado las pesquisas acerca del fenómeno, demostrando su existencia no sólo en el encéfalo humano sino incluso a nivel de la médula espinal del gato. Pero, ¿por qué decimos que las ondas viajeras también podrían representar un código neuronal con un papel fisiológico? En favor de ello les presentaré los siguientes hechos: 1) En experimentos realizados en humanos, se ha registrado la propagación de ondas de potencial eléctrico asociadas con el sistema visual, producidas por un estímulo puramente sensorial (*sin* sentido cognoscitivo), y se obtuvo que estas ondas *carecían de un patrón* de desplazamiento, quedando circunscritas a la zonas cerebrales encargadas del procesamiento visual más básico; 2) Trabajando también en humanos, hasta 2009 no había reportes sobre la presencia de dicho fenómeno en el contexto de los potenciales eléctricos asociados con procesos cognoscitivos (PREc). En un intento de explicación, he de decir que estos potenciales constituyen un tipo particular de actividad eléctrica cerebral que puede registrarse, y que resulta de la "puesta en marcha" de uno o varios procesos cognoscitivos (o sea un conjunto de procesos y habilidades mentales de los humanos que nos 'distinguen' de las otras especies animales, y que influyen en el aprendizaje. Estos procesos se pueden dividir en dos tipos: 1) básicos, donde se



¿CÓMO ES QUE LAS NEURONAS  
PUEDEN INTERPRETAR, RESOLVER  
Y COMUNICAR A OTRAS CÉLULAS  
LOS DISTINTOS ESTÍMULOS QUE LAS PUEDEN  
EXCITAR, SIN CREAR UN INMENSO  
"TELÉFONO DESCOMPUESTO" DE MENSAJES?

distinguen la atención, la memoria y la percepción, y 2) superiores, que engloban a la inteligencia, la creatividad, la reflexión y el razonamiento). Ahora bien, los PREc son muchos y muy complejos, pues mientras unos reflejan casi exclusivamente el uso de un proceso/subproceso particular (p. ej. la memoria), otros ponen de manifiesto la utilización de varios procesos de forma simultánea (p. ej. la memoria, el lenguaje y la toma de decisiones). Entre los PREc que hemos estudiado están los provocados por tareas de categorización, de expectación y de preparación para la acción motora (mediante la prueba de Halstead-Reitan, la variación negativa contingente y el potencial de preparación, respectivamente). En este caso, hemos observado que las ondas viajeras están asociadas con un patrón de propagación fronto-occipital, a lo largo de la línea media del encéfalo, iniciando siempre en la región más frontal del mismo. Más aún, este patrón se hace más marcado (y se restringe a recorrer varias zonas bien delimitadas) cuando la persona ejecuta de forma correcta la tarea encomendada, en comparación al "barrido" de las ondas que se registra cuando las pruebas se ejecutan con un moderado grado de error. Además probamos que las trayectorias de propagación de los PREc son alteradas por la presencia de un distractor (visual o auditivo), que se reflejan como cambios en su dirección de propagación o bien como cambios en las áreas del cuero cabelludo barridas durante la excursión del potencial. Estos resultados sugieren que la propagación de ondas de potencial eléctrico en el cuero cabelludo del humano, durante tareas cognoscitivas, podría estar asociada a la actividad eléctrica secuencial de neuronas ubicadas en estructuras frontales del encéfalo tales como la corteza prefrontal (la cual se activa durante tareas de categorización), además de estructuras mediales como la corteza del cíngulo (que se activa durante tareas que involucran procesos de atención); 3) En experimentos realizados en gatos, se ha registrado la propagación de ondas de potencial eléctrico asociadas a un movimiento rítmico (el rascado), en la médula espinal. En conclusión, todos estos trabajos nos sugieren que la propagación de ondas dentro del sistema nervioso central está asociada con procesos fisiológicos, y que las ondas viajeras podrían representar la activación eléctrica secuenciada y selectiva de grupos de neuronas. Dejaré mi relato hasta aquí, y me despido reflexionando que no cabe duda que el estudio del cerebro es una de las áreas más apasionantes y llena de retos a las que podemos dedicarnos. ☞

montserrat.vazquez@correo.buap.mx ✉

## Referencias

- Pitts, W., McCulloch, W.S., (1947). How we know universals. The perception of auditory and visual forms. *Bull. Math. Biophys.* 9: 127-147.
- Manjarrez E., Vázquez M., Flores A. (2007). Computing the center of mass for traveling alpha waves in the human brain. *Brain Research* 1145: 239-297.

Ángel Alonso Romero-López

# Productos bióticos

## para el aprovechamiento de los recursos naturales: EL CASO DE LOS "MAYATES" O "ESCARABAJOS DE MAYO"



Un "producto biótico" es aquel que, en determinadas condiciones y circunstancias, resulta de la actividad primordial o complementaria de un ser vivo. En general, es un material homogéneo producido por una planta, hongo, animal o microorganismo, que es secretado al exterior y que puede ser percibido por otros seres a través de todos los sentidos o de algunos de ellos, principalmente en estado sólido y líquido. La savia producida por la mayoría de las plantas, los desechos orgánicos de algunos animales para la reincorporación de nutrientes al suelo o los alimentos generados a partir de la actividad de microorganismos, son algunos ejemplos de ello. No obstante, hay casos en los que estos productos no son percibidos a simple vista y solo puede aceptarse su presencia hasta que se observa alguna respuesta de los individuos involucrados o actividad biológica detectada por instrumental especializado. Este es el caso de los conocidos como "metabolitos secundarios" o "infoquímicos" (Dicke y Sabelis, 1988), los cuales son sustancias químicas liberadas al ambiente (principalmente en estado gaseoso) por un ser vivo para provocar una respuesta de otros seres vivos, con fines de alimentación, reproducción, depredación o protección. Estas sustancias químicas son tema de interés desde hace algunos años, sobre todo para las áreas agrícolas y de protección vegetal, ya que pueden ser utilizadas para elaborar trampas que permitan la captura o el alejamiento de organismos "dañinos" para los intereses humanos.

En este sentido se sabe que los conocidos como "moyotes", "mayates" o "escarabajos de mayo" (coleópteros de la familia Melolonthidae) (Cherman y Morón, 2014) son insectos que principalmente en su etapa larvaria se alimentan de las raíces de diversos cultivos agrícolas y provocan pérdidas económicas; la mayor parte de estos efectos negativos se atribuyen a especies del género *Phyllophaga* (Rodríguez del Bosque y Morón, 2010). Para su control se ha recurrido al empleo de diferentes métodos, aunque a la fecha no se ha encontrado una solución consistente. Una alternativa para implementar una estrategia de manejo de estos escarabajos es el uso un producto biótico: las "feromonas sexuales", sustancias químicas producidas y liberadas al ambiente por las hembras de estos insectos para atraer a los machos y llevar a cabo el apareamiento (Leal, 1998; Romero-López, 2012). Las feromonas sexuales son empleadas para el monitoreo de poblaciones de estos insectos; la información que proporcionan sobre la presencia, abundancia y estacionalidad de las poblaciones, así como de la secuencia de cultivos o plantas silvestres atacadas, es elemental para planear las estrategias de manejo. En México, se ha pensado en establecer estrategias basadas en el uso de estas feromonas, aprovechando así un producto biótico propio de los "mayates". Un programa de manejo de este tipo podría establecerse inicialmente con un monitoreo de poblaciones de especies "dañinas", con base en la elaboración de trampas de alta especificidad cebadas con productos bióticos (entre ellos, feromonas sexuales), además del uso de trampas con mezclas de feromonas con volátiles de plantas de las cuales se alimentan estos insectos.

Pero, ¿cómo se obtiene un producto de este tipo? La feromona, estrictamente hablando, es un producto biótico que se obtiene directamente de las hembras de estos insectos por dos métodos: 1) extracción directa con disolvente y 2) microextracción en fase sólida (SPME, por sus siglas en inglés). La extracción directa consiste en que, al momento en que las hembras de estos escarabajos exponen una "bolsa" en la parte posterior de su abdomen (momento del "llamado sexual", es

decir, de la posible liberación de las feromonas), ésta se corta y se coloca dentro de un recipiente con un disolvente, que generalmente es el hexano. Después de agitar y homogeneizar la muestra, ésta se inyecta en un equipo conocido como cromatógrafo de gases y espectrómetro de masas (CG-EM), el cual permitirá la identificación de los componentes químicos de la feromona. Por otra parte, la técnica de SPME consiste en un dispositivo que permite la captura de volátiles a través de una fibra especializada y un frasco de microextracción. En el interior de dicho frasco se colocan las hembras en el momento en que exponen la "bolsa" ya mencionada y después de algunos minutos, se retira la fibra y su contenido se inyecta en el CG-EM. De esta forma se lleva a cabo la identificación de los compuestos capturados, para que posteriormente se pruebe su actividad biológica, se sintetizen y se utilicen como cebos en trampas diseñadas para atraer o repeler a los escarabajos plaga. Ambos métodos se emplean actualmente para extraer e identificar productos bióticos de especies de *Phyllophaga* y *Macrodactylus* distribuidas en México (Romero-López, 2012).

Este es solo un ejemplo de cómo puede ser aprovechado un producto propio extraído de un insecto que provoca problemas económicos al ser humano. Es decir, es el aprovechamiento de un recurso natural para solucionar una situación negativa que provoca un insecto "dañino". Sin embargo, también es posible extraer y aprovechar un producto biótico de un insecto "benéfico". En este mismo grupo de los "mayates" existen especies que no son consideradas como plagas agrícolas y que al contrario, brindan aspectos positivos a la existencia humana. Un caso destacado es el de especies del género *Phyllopherta*, escarabajos distribuidos en Japón que producen una feromona sexual (1,3-dimetil-2,4-(1H,3H)-quinazolinodiona) a la cual se le atribuyen propiedades medicinales (Leal *et al.*, 1997). Actualmente se buscan sustancias con estas propiedades benéficas, en "mayates" mexicanos.

Ya sea que se obtengan de escarabajos "nocivos" o "benéficos" o de las plantas de las cuales se alimentan, los productos bióticos que se generan en estas relaciones ecológicas representan una enorme gama de posibilidades para el aprovechamiento de los recursos naturales de una forma sustentable. ☺

alonso.romerolopez@correo.buap.mx ✉

### Bibliografía

- Cherman, M.A.; Morón, M.A. (2014) Validación de la familia Melolonthidae Leach, 1819 (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Acta Zoológica Mexicana*, 30 (1), pp. 201-220.
- Dicke, M.; Sabelis, M.W. (1988) Infochemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds? *Functional Ecology*, 2, pp. 131-139.
- Leal, W.S. (1998) Chemical ecology of phytophagous scarab beetles. *Annual Review of Entomology*, 43, pp. 39-61.
- Leal, W.S.; Zarbin, P.H.G.; Wojtasek, H.; Kuwahara, S.; Hasegawa, M.; Ueda, Y. (1997) Medicinal alkaloid as a sex pheromone. *Nature*, 385, p. 213.
- Rodríguez-del Bosque, L.A.; Morón, M.A. (2010) Plagas del suelo. En: Rodríguez-del Bosque, L.A., ed.; Morón, M.A., ed. Mundi-Prensa, México, D.F., 417 p.
- \* Romero-López, A.A. (2012) Uso de feromonas sexuales para el conocimiento y manejo de los "ensambles gallina ciega" en México. *Interciencia*, 37(7), pp. 559-564.

Carlos Castañeda-Posadas, Mariana Contreras López, María de Jesús Hernández Hernández y Diana Karen Pérez Lara

## ¿De dónde viene el ámbar de Chiapas?

El ámbar de Chiapas es una gema producto de un proceso de metamorfismo de bajo grado (como dicen los geólogos) aplicado a una resina vegetal, esto no es más que la elevación de la temperatura por efectos de presión; si esta pieza no pasa por ese proceso de fosilización, lo que tenemos es el copal. El ámbar se extrae de forma activa en su mayoría de las cadenas montañosas del norte del estado (los Altos de Chiapas) destacando las zonas de Simojovel, Palenque y Totolapa principalmente. Se estima que los estratos que contienen el ámbar pertenecen a una secuencia de rocas a las que se llama la Formación "Arenisca de Balumtun", con una edad geológica de 23 a 13 millones de años (m.a.) que corresponde a Mioceno Inferior (Riquelme, *et al.*, 2014).

Poinar y Brown en 2002 determinaron que el ámbar fue producido por un árbol de la familia de las

PARA LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS, ESTUDIAR ESTA RESINA PERMITIRÁ CONOCER ASPECTOS EVOLUTIVOS Y BIOGEOGRÁFICOS DE ALGUNAS ESPECIES, LAS CONDICIONES AMBIENTALES QUE EXISTIERON Y QUE AHORA SE ENCUENTRAN ENCERRADAS EN EL ÁMBAR



publica resulta ser un nuevo género, una nueva especie o bien un nuevo registro, como ejemplo podemos citar la planta descrita por Castañeda-Posadas y colaboradores en 2007: *Swietenia miocenica* especie nueva (sp. nov.) (Meliaceae), un escorpión descrito por Riquelme y colaboradores en 2015: *Tityus apozonalli* sp. nov.; los milpiés descritos por Riquelme en 2014: *Maatidesmus paachtun* (género) gen et sp. nov., y *Anbarrhacus adamantis* gen et sp. nov.; el registro fósil más antiguo de dípteros descritos por Solórzano Kraemer y Mohrin en 2007: *Schwenckfeldina archoica* sp. nov., nuevos registros para la hormiga del género *Forelius* Hymenoptera, Formicidae por Durán-Ruiz en 2013; una Chinche, Ceratocombidae descrito por Azar en 2013, la araña saltarina Marpissinae (Araneae: Salticidae) descrita por Riquelme en 2013, y los



• En excelentes condiciones se encontró una lagartija fosilizada en ámbar hace aproximadamente 23 millones de años. El reptil fue hallado en Simojovel, localidad ubicada en Chiapas México. Imagen tomada de <https://www.veoverde.com/2013/07/encuentran-mini-lagartija-de-23-millones-de-anos/>

• Imagen tomada de <http://diariolavozdelsureste.com/chiapas/bandas-chinas-explotan-ninos-por-el-ambar-de-simojovel/>

leguminosas (parientes de los frijoles o los chícharos) *Hymenaea mexicana*, y además por medio de estudios de espectros infrarrojos se encontró que *H. mexicana* está relacionada con el guapinol (*Hymenaea courbaril*), que es un árbol tropical y subtropical, se encuentra distribuido desde la región sur de México, el Caribe y llega hasta la parte central de Brasil (Solórzano-Kraemer, 2007). Sobre el lugar donde se depositó esta resina se ha especulado mucho, pero se plantea que *H. mexicana* habitó en un ambiente de marismas de manglar y marjales, dicha hipótesis está sustentada por las inclusiones de polen de *Rhizophora* y *Pelliceria* halladas en el ámbar de Simojovel, la amplia presencia de invertebrados, principalmente los pertenecientes al orden Amphipoda que actualmente se relacionan con los manglares y ciertos sedimentos de estuarios (Cruz-Ocampo, *et al.*, 2007).

El ámbar posee especial importancia científica, sobre todo por contener en su interior inclusiones biológicas (microorganismos, restos vegetales y animales), dejando ver estructuras delicadas en tercera dimensión. Lo anterior ha permitido que dichas inclusiones puedan ser estudiadas detalladamente (Avenidaño-Gil, *et al.*, 2012). Las inclusiones biológicas en estos depósitos fueron descubiertas accidentalmente en 1952 en una expedición realizada por científicos del Departamento de Entomología y Parasitología de la Universidad de California. El grupo que más atención ha recibido es el de los artrópodos. Engel en 2004 ya menciona que hay 120 especies descritas para el ámbar de Chiapas y, en un conteo más actualizado Solórzano (2007) enlista 185 especies de artrópodos, donde el grupo de los insectos es el que mayor número de especies posee; a este número habría que sumarle los registros de especies de vegetales, microorganismos, gusanos y vertebrados encontrados en el ámbar. (Avenidaño-Gil, *et al.*, 2012).

En el mundo "ambarero," cada registro encontrado es tan importante que un pedazo de hoja, una flor, un insecto, o un organismo completo da tanta información que pareciera que encontramos un nuevo dinosaurio. En la última década la paleontología del mundo ha girado los reflectores sobre el contenido fósil del ámbar de Chiapas ya que cada organismo que se encuentra y se estudia y

registros de insectos descritas por García Aldrete en 2015: *Lachesila* y *Psocodea*; por citar algunos.

Aunque el ámbar ha sido usado desde las culturas mesoamericanas en distintos aspectos económicos, sociales, religiosos y culturales, actualmente, como hemos descrito en los párrafos anteriores, su importancia va más allá de tenerlo como un arete o collar para lucir. Para las ciencias biológicas, estudiar esta resina permitirá conocer aspectos evolutivos y biogeográficos de algunas especies, conocer las condiciones ambientales que existieron y que ahora se encuentran encerradas en el ámbar; en ese tenor, en el laboratorio de Paleontología de la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) se está trabajando con las inclusiones en ámbar provenientes de las colecciones particulares del Museo Lilia Mijangos y del Museo del Ámbar Ex Convento de La Merced, ambos ubicados en la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, el estudio de dichas piezas nos dará más información sobre la vida del pasado para así entender mejor la vida del presente. ☞

carlos.castaneda@correo.buap.mx ✉

### Bibliografía

- Avenidaño-Gil, J., Carbot-Chanona, G. & Coutiño, J. M., 2012. Estudio del ámbar con inclusiones biológicas de la Colección Paleontológica de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Chiapas. *Lacandonia*, 6(1), pp. 23-29.
- Cruz-Ocampo, J. C., Canet, C. & Peña-García, D., 2007. Las gemas de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 59(1), pp. 9-18.
- Riquelme, F. y otros, 2014. Insights into molecular chemistry of Chiapas amber using infrared-light microscopy, PIXE/RBS, and sulfur K-edge XANES spectroscopy. *Applied Physics A Materials Science & Processing*, Issue 282, pp. 1-133.
- Solórzano-Kraemer, M. M., 2007. Systematic, palaeoecology, and palaeobiogeography of the insect fauna from Mexican amber. *Palaeontographica Abteilun A*, Volumen 282, pp. 1-133.

César Antonio Sandoval-Ruiz

# Enfermedades transmitidas por insectos en Puebla

Los insectos son artrópodos con un par de antenas, tres pares de patas, el cuerpo revestido de cutícula (capa rígida compuesta de la proteína quitina y polisacáridos), en muchos casos con un par de alas y el cuerpo segmentado en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen. Su origen data de hace 480 millones de años, en el periodo Ordovícico (Misof et al 2014). Durante todo este periodo de tiempo, los insectos han tenido la oportunidad de radiar en un sin número de especies, aprovechando una gran cantidad de recursos y estableciendo múltiples interacciones ecológicas en los ecosistemas del planeta.

Una de los recursos que los insectos han utilizado desde hace aproximadamente 200 millones de años es alimentarse de sangre de vertebrados. Si bien la hematofagia (del griego αἷμα haima "sangre" y φάγειν phagein "comer"), no es un hábito generalizado en los insectos, las implicaciones que tiene desde el punto de vista médico-veterinario ha sido ampliamente documentado a lo largo de la historia de la humanidad. Alimentarse de sangre no solo causa molestias, exanguinación o dermatosis al huésped vertebrado, sino que en muchas ocasiones implica la transmisión de patógenos (virus, protozoarios, helmintos), los cuales son agentes causales de enfermedades que históricamente han sido denominadas "exóticas", "tropicales" o "de la pobreza", no obstante, ahora son denominadas enfermedades emergentes y re-emergentes. Independiente del nombre genérico asignado han sido y son la principal causa de morbilidad y mortalidad de grandes sectores de la población humana, especialmente aquellas asentadas en regiones tropicales y subtropicales. Las enfermedades transmitidas por insectos en conjunto afectan a más de la mitad de la población mundial, causando el deceso de más de un millón de personas anualmente (<http://www.who.int/media-centre/factsheets/fs387/es>).

El estado de Puebla cuenta con las condiciones sociales de marginación (+60 por ciento de la población, 4° a nivel nacional) y ecológicas para que la transmisión de agentes infecciosos sea efectiva. Entre las enfermedades más importantes en el estado y donde se encuentran implicados insectos, en primer lugar está el Dengue, cuyos transmisores son los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* y los agentes causal es un arbovirus de la familia Flaviviridae con cuatro serotipos (DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4), su distribución y abundancia esta hacia el sur y norte del estado especialmente en sitios donde la altitud es menor a los mil 800 msnm. Sin embargo, el calentamiento global, el constante movimiento de gente a grande centros urbanos constituyen factores de riesgo para que estos mosquitos puedan ampliar sus rangos de distribución dentro de la entidad y por consecuencia interactuar con poblaciones humanas susceptibles, especialmente las de sitios urbanos.

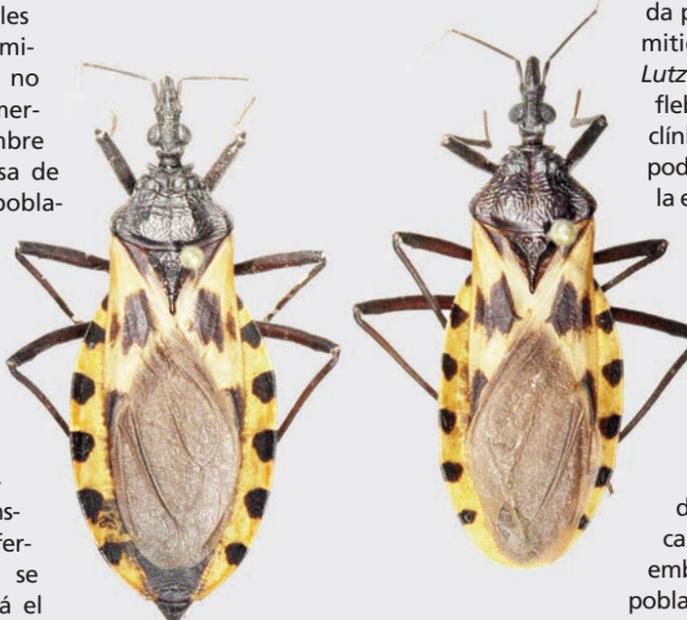
En los últimos dos años los mosquitos vectores del dengue han cobrado mayor relevancia, debido a que también son capaces de transmitir otras arbovirosis emergentes en el continente americano como son los virus Chikungunya y Zika, esta última afección ha causado gran preocupación entre las autoridades sanitarias y la comunidad científica por los casos de microcefalia en recién nacidos cuyas madres están infectadas con el virus, adicionalmente por transmitirse por vía sexual (Higgs, 2016).

Previo a que el Dengue, Chikungunya y Zika cobraran importancia como enfermedades transmitidas por mosquitos, la mixteca poblana se consideraba región endémica para Malaria o Paludismo, cuyo agente causal en la región es el protozoario *Plasmodium vivax* y el principal transmisor el mosquito *Anopheles pseudopunctipennis*. No obstante, la Campaña Nacional de Erradicación del Paludismo (CNEP) usando DDT como control químico entre los años 50 – 70's, fue exitosa en grandes regiones del país incluyendo Puebla, por lo que en la actualidad el Paludismo ha dejado de ser una enfermedad relevante desde la perspectiva de casos reportados anualmente en la entidad. Sin embargo en algunos



• **Figura 1.** Mosquito *Aedes aegypti*, vector de Dengue, Fiebre amarilla, Chikungunya y Zika. Foto: Laurence Sanders

• **Figura 2.** Chinchas besuconas de la especie *Triatoma dimidiata*, transmisores de la enfermedad de Chagas en el norte del estado de Puebla. Foto: César Antonio Sandoval Ruiz



sitios se sigue haciendo vigilancia epidemiológica rutinaria.

Otras enfermedades que son transmitidas por insectos, pero que no tienen programas consolidados de vigilancia y control por parte de la Secretaría de Salud del estado de Puebla son las zoonosis: enfermedad de Chagas y la Leishmaniosis, por lo que son consideradas enfermedades desatendidas. Para la enfermedad de Chagas, cuyo agente causal es el protozoario *Trypanosoma cruzi* y sus transmisores cinco especies de chinches besuconas (*Triatoma pallidipennis*, *Triatoma barberi*, *Triatoma bas-solsae*, *Triatoma gerstaeckeri* y *Triatoma dimidiata*), existe amplia evidencia en varias regiones del estado de casos humanos en etapa crónica y sin atención médica, así como insectos infectados habitando el interior de la vivienda humana (Sandoval-Ruiz et al. 2008).

La zona sur-oeste de la mixteca poblana que colinda con los estados de Morelos y Guerrero, ha sido considerada históricamente como zona endémica de Leishmaniosis visceral, enfermedad causada por protozoarios del género *Leishmania* y transmitidos por dípteros hematófagos del género *Lutzomyia* conocidos como mosquitos, papalotillas o flebotominos. No obstante, otras manifestaciones clínicas de leishmaniosis como la cutánea localizada podrían ser más común de lo que se ha reportado en la entidad, especialmente en la zona norte del estado que colinda con el estado de Veracruz donde las condiciones ambientales son muy similares y se han comunicado casos de esta forma clínica de la enfermedad.

Desde el punto de vista ecológico las zoonosis como la enfermedad de Chagas y las Leishmaniosis son procesos muy complejos que implican la intervención de una gran cantidad huéspedes vertebrados (mamíferos) domésticos y silvestres, varias especies de agentes causales e insectos con potencial transmisor. Sin embargo, el cambio de uso de suelo, crecimiento poblacional desordenado, defaunación, entre otras variables, ha hecho posible el contacto entre insectos infectados con poblaciones humanas, acrecentando en los últimos tiempos el número de casos de estas enfermedades.

Si bien, hay otros insectos que tiene importancia sanitaria como cucarachas, piojos y chinches de cama, que no respetan condición socioeconómica, estos carecen de programas de vigilancia y control por autoridades sanitarias.

Finalmente, las enfermedades transmitidas por insectos representan uno de los mayores retos actuales y futuros en las áreas de investigación, diagnóstico y control, con implicaciones serias para el desarrollo de la humanidad. Inicialmente deben estudiarse las causas que favorecen su existencia para reconocer los factores de riesgo y detectar aquellos que aumentan la vulnerabilidad de adquirir la infección. Este tipo de investigaciones debe generar la colaboración de equipos multidisciplinarios de instituciones gubernamentales, académicas y de la sociedad civil, para desarrollar métodos de vigilancia, diagnósticos y control de enfermedades e insectos transmisores; ya que son aspectos prioritarios y necesarios para proteger a la población y aportar al bienestar de la sociedad. ☞

cesar.sandoval@correo.buap.mx ✉

## Bibliografía

- Misof, B., et al. (2014). Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. *Science*, 346 (6210), 763-767.
- Higgs, S. (2016). Zika virus: emergence and emergency. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 16 (2), 1-2.
- Sandoval-Ruiz, C. A., Zumaquero-Rios, J. L., & Rojas-Soto, O. (2008). Predicting Geographic and Ecological Distributions of Triatomine Species in the Southern Mexican State of Puebla Using Ecological Niche Modeling. *Journal of Medical Entomology*, 45 (3), 540-546

María Rosete Enríquez

# Código de barras de ADN para la identificación universal de especies

Uno de los grandes retos desde el principio de las civilizaciones ha sido el estudio de la diversidad biológica y la comprensión de las interacciones entre las especies. Este reto ha sido una tarea extenuante y difícil ya que se requiere de la identificación, clasificación y ordenamiento de una enorme cantidad de organismos. Al principio, los estudios formales sobre este tema comenzaron con metodologías generalmente basadas en datos morfológicos<sup>1</sup>. Sin embargo, con el desarrollo de nuevas tecnologías se han ido incorporando herramientas moleculares que comparan secuencias de ácido desoxirribonucleico (ADN) para explicar las similitudes y diferencias entre las especies<sup>2</sup>.

En la actualidad el uso integrado de datos morfológicos y moleculares ha permitido que la identificación de las especies sea más rápida, eficiente y confiable, constituyendo lo que recientemente se conoce como taxonomía integrativa. Particularmente hablando sobre las herramientas moleculares, se requiere de una batería de estrategias que van desde la purificación de ADN genómico, la amplificación por reacción en cadena de la polimerasa (PCR) de regiones repetitivas de ADN o de genes mitocondriales y de plastidios hasta la secuenciación y comparación por homología de estas regiones de ADN. Desde que se empezaron a usar estas técnicas moleculares la más relevante ha sido la propuesta por Herbert (*et al*, 2003) para la identificación biológica por medio del código de barras de ADN<sup>3</sup>.

Brevemente, en el código de barras de ADN se plantea que la caracterización de los organismos se puede hacer de manera similar a la identificación de los productos comerciales usando el sistema internacional de códigos de barras. Este sistema se basa en la representación de un patrón único de líneas verticales paralelas con diferente grosor y espaciado. El conjunto de esta agrupación de líneas y espacios contiene una determinada información para identificar al producto de manera única e inequívoca. De esta manera, los códigos de barras han favorecido la rápida identificación de artículos para saber sus características generales, así como para ordenarlos e inventariarlos. Los códigos de barras de ADN para la clasificación de organismos tendrían este mismo principio, pero en lugar de usar líneas de diferente grosor se emplean secuencias de ADN donde cada base nitrogenada es representada por una línea vertical de un solo color. Por lo tanto, un código de barras de ADN se visualiza con líneas verticales de color verde para la adenina, rojo para la timina, amarillo guanina y azul para la citosina<sup>4</sup>.

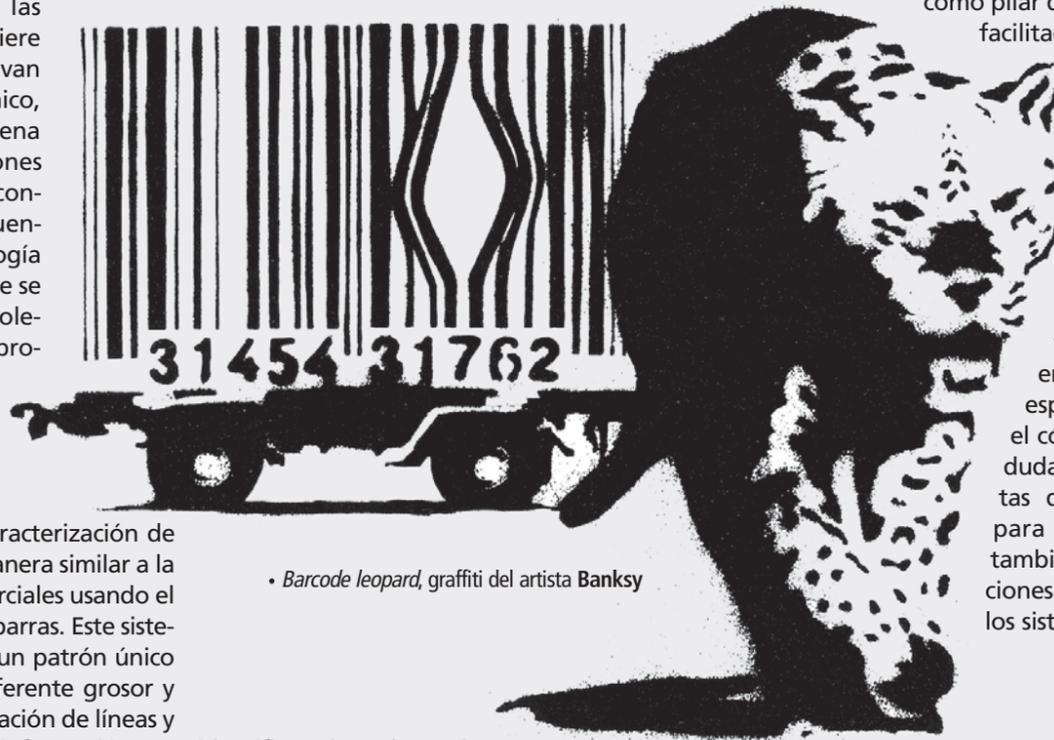
Como se mencionó anteriormente, el código de barras de ADN es una herramienta del área de la biología molecular que permite discernir la especie a la cual pertenece cualquier organismo ya que representa un sistema de clasificación reproducible y fiable para la taxonomía integrativa<sup>5</sup>. Para poder realizar un código de barras de ADN se utilizan genes marcadores con propiedades deseables que están claramente definidas como: a) El gen debe ser casi idéntico en organismos de las mismas especies pero distinto entre individuos de diferentes especies; b) la secuencia completa o una sección del gen debe estar estandarizada (la misma sección debe ser usada en diferentes grupos taxonómicos), y por último, c) el gen marcador debe ser fuerte, es decir, con sitios conservados de unión a iniciadores que le permitan ser rápidamente amplificado y secuenciado<sup>6, 7</sup>.

De la inmensa cantidad de genes que existen solamente algunos cumplen con las características descritas en el párrafo anterior. Dentro de los genes más

EL USO INTEGRADO DE DATOS MORFOLÓGICOS Y MOLECULARES HA PERMITIDO QUE LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES SEA MÁS RÁPIDA, EFICIENTE Y CONFIABLE, CONSTITUYENDO LO QUE RECIENTEMENTE SE CONOCE COMO TAXONOMÍA INTEGRATIVA

comúnmente empleados están los genes MT-COI, *matK*, *rbcl* y *tufA*<sup>2</sup>. El primero de estos genes se utiliza para la identificación y clasificación de organismos del reino animal, de hecho usando una secuencia estandarizada de 648 nucleótidos del gen MT-COI se han podido identificar hasta la fecha 167 mil 944 diferentes especies de animales. El gen mitocondrial MT-COI es un excelente marcador ya que posee una tasa de evolución entre cinco y 10 veces más rápida que la de genes nucleares de copia única. Además, codifica para la enzima citocromo oxidasa subunidad I (COI), que es una enzima muy conservada y que realiza funciones básicas a nivel celular. La citocromo oxidasa I es un componente o subunidad del complejo enzimático IV embebido en la membrana interna mitocondrial y que regula el transporte electrónico en la cadena respiratoria de las células eucariotas<sup>8</sup>.

Además de facilitar la identificación y clasificación de organismos el código de barras de ADN como pilar de la taxonomía integrativa, ha facilitado la comprensión de las relaciones evolutivas debido a la variación o conservación de las secuencias nucleotídicas de los genes marcadores. También, se han identificado especies crípticas que por taxonomía morfológica son indistinguibles y especies con plasticidad fenotípica que pueden ser erróneamente clasificadas como especies diferentes<sup>9</sup>. Finalmente, el código de barras del ADN es sin duda alguna una de las herramientas de mayor relevancia no solo para identificar organismos sino también para comprender las relaciones ecológicas y la evolución de los sistemas naturales.✉



• Barcode leopard, graffiti del artista Banksy

emrosete@hotmail.com ✉

## Referencias

1. Fišer, Pečnikar, Ž., Buzan, E. V. (2014). 20 years since the introduction of DNA barcoding: from theory to application. *J Appl Genet*, 55(1), 43-52.
2. Kress, W. J., García-Robledo, C., Uriarte, M., Erickson, D. L. (2015). DNA barcodes for ecology, evolution, and conservation. *Trends Ecol Evol*, 30(1), 25-35.
3. Hebert, P., Cywinska, A., Ball, S., DeWaard, J. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proc R Soc Lond B Biol Sci*, 270(1512), 313-321.
4. Ebach, M. C. (2011). Taxonomy and the DNA barcoding enterprise. *Zootaxa*, 2542, 67-68.
5. Herbert, P., Ratnasingham, S., DeWaard, J. (2003b). Barcoding Animal Life: Cytochrome c Oxidase Subunit 1 Divergences among Closely Related Species. *Proc R Soc Lond B Biol Sci*, 270, Suppl 1: S96-9.
6. Herbert, P. D. N., Stoeckle, M. Y., Zemlak, T. S., Franscis, C. M. (2004a). Identification of Birds through DNA Barcodes. *PLoS Biol*, 2(10), e312.
7. Borisenko, A. V., Lim, B. K., Ivanova, N. V., Hanner, R. H., Herbert, P. D. N. (2008). DNA Barcoding in Surveys of Small Mammal Communities: A Field Study in Suriname. *Mol Ecol Resour*, 8(3), 471-479.
8. Tsukihara, T., Aoyama, H., Yamashita, E. (1996). The whole structure of the 13-subunit oxidized cytochrome c oxidase at 2.8 Å. *Science*, 272(5265), 1136-44.
9. Heinrichs, J., Kreier, H-P., Feldberg, K., Schmidt, A. R., Zhu, R-L., Shaw, B., Shaw, A. J., Wissemann, V. (2011). Formalizing morphologically cryptic biological entities: new insights from DNA taxonomy, hybridization, and biogeography in the leafy liverwort *Porella platyphylla* (Jungermanniopsida, Porellales). *Am J Bot*, 98(8), 1252-1262.

Sergio Cortés Sánchez



El primer domingo del próximo mes de junio elegiremos al gobernador de Puebla para el periodo febrero 2017 a octubre 2018; son cinco los candidatos al cargo y dos las agrupaciones políticas que, en su afán de posicionarse de la plaza para tener mejor negociación en sus respectivos partidos, han hecho un uso desmedido de recursos económicos y ejercido presión sobre los órganos electorales. Los recurrentes excesos del Instituto Electoral del Estado de Puebla (IEE) en agravio de las candidatas Roxana Luna (PRD) y de Ana Teresa Aranda (candidata independiente) han sido las consideraciones expuestas ante el Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación por parte del PRI y PRD para solicitar la remoción de cuatro consejeros electorales (*La Jornada de Oriente* 12/04/16)

En las tres últimas elecciones de gobernador la participación ciudadana respecto a la Lista Nominal de electores (LN) ha sido de 55 por ciento o menos. En 2010 el PRI perdió siete puntos de la LN con relación a la misma elección de 1998, mismos puntos que ganó el PAN, además de otros seis puntos de la LN procedente del PRD, su aliado en 2010. En 12 años, el PAN ha ganado un punto de la LN cada año, y el PRI ha perdido medio punto de la LN cada año. En ambos casos, la conservación y ampliación de la base electoral se ha sustentado en el uso faccioso de los recursos públicos

## Elecciones mancilladas

y en gastos de campaña que trascienden los topes de campaña.

En 2016 hay tres candidaturas (Roxana Luna, Ana Teresa Aranda y Abraham Quiroz) a la gubernatura que le restan votos al PAN y que, en su conjunto, tienen uno de cada cinco preferencias de los ciudadanos poblanos, según las seis encuestas cara a cara realizadas en la entidad en este año y entregadas al IEEP para su conocimiento por las empresas que las aplicaron; a las coaliciones lideradas por el PAN y PRI le corresponden cuatro de cada cinco preferencias y la distancia entre ambos oscila entre seis y 11 puntos; es plausible que la distancia entre los punteros se cierre a dos o cuatro puntos de las preferencias efectivas del electorado, en particular si en la segunda mitad del periodo de campaña (mayo) continúan las descalificaciones mutuas de los punteros. En diciembre del año pasado Mitofsky realizó una encuesta nacional sobre las segundas opciones electorales, con base en ese ejercicio, los panistas transitarían al PRD como segunda opción y los perredistas hacia Morena; *mutatis mutandi*, una campaña negra entre punteros elevaría las preferencias hacia Morena y acer-

caría al PRI al líder y ubicaría a los comicios en Tribunales Electorales.

En elección de presidente de la República el comportamiento del voto en la entidad poblana es diferente al de los comicios locales. Entre los años 2000 y 2012 el PAN pasó de 27 por ciento de la LN a 16 por ciento, perdió casi un punto al año, y las coaliciones lideradas por el PRD pasaron de ocho puntos de la LN en 2000, a 22 puntos de la LN en 2012, crecieron en más de un punto en promedio anual: el PRI cayó de 25 a 22 puntos de la LN en esos años. En los últimos tres procesos federales de elección presidencial la participación ciudadana en la entidad poblana fue de 62 por ciento de la LN o menos, y para ganar hay que tener más de 20 puntos de la LN. De los tres principales organismos políticos contendientes, el PAN y el PRI han perdido posicionamiento electoral y el PRD ha ido al alza: los votos por casilla del PAN en 2000 fueron 143 y en 2012 bajaron a 95; el PRI tuvo 136 votos por casilla en 2000 y 127 en 2012; el PRD y coaligados tuvieron 41 votos en 2000 y 127 votos por casilla en 2012. Panistas y priistas quieren ubicarse por arriba de los 130 votos por casilla para ser competitivos en la elección presidencial de 2018.

Morena es un partido en formación, sus recursos materiales y financieros son escasos; su campaña electoral es de bajo perfil, su candidato a gobernador no es carismático ni popular y carece de

13

Puebla. Elección de gobernador. 1998-2010. Votación

Partido	Coalición y Alianzas				Votos			% Votos respecto a la Lista Nominal			% Votos válidos			2016 (estimación propia de preferencias electorales)
	1998	2004	2010	2016	1998	2004	2010	1998	2004	2010	1998	2004	2010	
PAN	PAN	PAN	Compromiso por Puebla (PAN, CD, Panal, PRD)	Sigamos Adelante (PAN, PT, Nueva Alianza, Compromiso por Puebla y Pacto Social de Integración)	406,804	650,319	1,113,816	16.0	20.1	28.9	29.7	37.0	52.5	41 a 42
PRI	PRI	PRI	Puebla Avanza (PRI, PVEM)	PRI y PVEM	760,939	900,630	881,933	30.0	27.8	22.9	55.5	51.2	41.6	38 a 39
PRD	PRD	PRD		PRD	152,944	102,946	0	6.0	3.2	0.0	11.2	5.9	0.0	4 a 5
Morena				Morena										13 a 14
Otros	Partido del Trabajo, Partido Verde Ecologista, Partido Cardenista Poblano, Candidatos no registrados	PT, PVEM, CD, Candidatos no registrados	PT y candidatos no registrados	Ana Teresa Aranda	50,876	103,612	124,424	2.0	3.2	3.2	3.7	5.9	5.9	2 a 3
Votos válidos	Excluye votos nulos				1,371,563	1,757,507	2,120,173	54.1	54.3	55.1	100	100	100	100
Lista Nominal					2,535,316	3,237,686	3,850,473	100.0	100.0	100.0				

• Fuente: IEE Puebla. Histórico. Resultados por casilla · <http://ieepuebla.org.mx/index.php>

12 un discurso mediático. Aun así, se ubica tres veces por arriba del PRD y la preferencia de los poblanos hacia ese organismo electoral fue de 12 por ciento a principios del pasado mes de abril, según la encuesta publicada por el diario *El Financiero* (12/04/16). Mismo porcentaje que a nivel nacional le acredita Consulta Mitofsky en su encuesta del pasado mes de febrero.

Esta última empresa aplicó una encuesta nacional sobre posicionamiento electoral de políticos los días 4-7 marzo del año en curso, consideró cuatro precandidaturas presidenciables por el PRI (Miguel Ángel Osorio Chong; Manlio Fabio Beltrones; Luis Videgaray y Eruviel Ávila); dos del PAN (Rafael Moreno Valle y Margarita Zavala), una por el PRD (Miguel Ángel Mancera); una por Morena (Andrés Manuel López Obrador), y una candidatura independiente (Jaime Heliodoro Rodríguez Calderón, *el Bronco*). De las ocho opciones posibles formadas con esas precandidaturas, Andrés Manuel López Obrador ganó en cuatro (está por arriba de Luis Videgaray y Rafael Moreno; de Luis Videgaray y Margarita Zavala; de Manlio Fabio Beltrones y Rafael Moreno, y de Eruviel Ávila y Rafael Moreno); en las otras cuatro opciones quedó en segunda posición (le ganó Margarita Zavala cuando las candidaturas del PRI fueron Eruviel Ávila y Manlio Fabio Beltrones, también le ganó Osorio Chong cuando las candidaturas del PAN fueron Rafael Moreno y Margarita Zavala) ([www.mitofsky.com.mx](http://www.mitofsky.com.mx)). Un personaje carismático que por tercera ocasión sería precandidato presidencial tiene un registro de preferencia electoral que duplica al de Morena, quizá por ese posicionamiento del tabasqueño el PRD fue fracturado al integrarlo al Pacto por México y al cohabitar con el PAN en elecciones locales. La ciudad de México es una entidad con 7.5 millones de ciudadanos en Lista Nominal de electores y las preferencias electorales de su actual Jefe de Gobierno equivale a la mitad de las preferencias que actualmente registra López Obrador.

Es mayoría absoluta la ciudadanía que no milita ni simpatiza con los partidos políticos: les generan desconfianza; también las instituciones de los poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial están desvalorizadas, sin legitimidad ni credibilidad. De ahí la necesidad de postular candidatos a cargos de elección popular que aparte de ser conocidos, tengan credibilidad y aporten sufragios nuevos a sus organizaciones políticas. En el PAN hay al menos cuatro aspirantes a la candidatura presidencial de 2018, dos son gobernadores (Puebla y Guanajuato), otro dirige ese instituto político y otra fue primera dama: respectivamente son Rafael Moreno, Miguel Márquez, Ricardo Anaya y Margarita Zavala. El posicionamiento nacional del pasado mes de marzo ubicó a Margarita Zavala con 24.9 por ciento de las

preferencias de los panistas y a Ricardo Moreno con 6.5 por ciento: entre los ciudadanos, los porcentajes respectivos fueron 54.1 y 8.8. Rafael Moreno Valle es el aspirante peor posicionado del PAN (Consulta Mitofsky), eso no lo desanima a renunciar a su derecho de ser postulado, al contrario, lo obceca a ganar Puebla a cualquier precio, atropellando derechos humanos; criminalizando la protesta social; manipulando organismos políticos y electorales e hipotecando las finanzas del estado.

Desde hace dos años la desaprobación de la gestión de Enrique Peña Nieto supera su aprobación, lo mismo se observa con los gobernadores y presidentes municipales. Hay un hartazgo colectivo que pasivamente clama por un cambio de rumbo, otras formas de hacer política y de gobernar que garanticen una mejor calidad de vida para todos, y no el enriquecimiento súbito e inexplicable de funcionarios públicos y una sobreexplotación desmedida e incontrolable del capitalismo. Candidaturas que parezcan o sean el cambio esperado hacen renacer la esperanza de una vida mejor, que tiene sentido el sufragio, que no todo está perdido, que aún hay posibilidades; esas renacidas ilusiones cobijan y potencian el posicionamiento electoral de ese tipo de opciones. Dos años es demasiado tiempo para pronosticar un escenario electoral, de lo que no hay duda es que el contexto es cada vez más desfavorable al partido en el poder: la economía crece lentamente y la distribución del ingreso es cada vez más regresiva; la pobreza aumenta y el poder adquisitivo del salario languidece; hay serios y progresivos problemas con la balanza de cuenta corriente (no hay divisas para importar) y la deuda pública crece sin que haya incremento en la formación bruta de capital ni efectos multiplicadores en la creación de empleo. Puede haber un voto de castigo y, si ese es un posible escenario, candidaturas autoritarias y represivas no tienen pertinencia, y la esperanza, en cambio, puede reverdecer. ☞

**MORENA ES UN PARTIDO EN FORMACIÓN, SUS RECURSOS MATERIALES Y FINANCIEROS SON ESCASOS; SU CAMPAÑA ELECTORAL ES DE BAJO PERFIL, SU CANDIDATO A GOBERNADOR NO ES CARISMÁTICO NI POPULAR Y CARECE DE UN DISCURSO MEDIÁTICO. AUN ASÍ, SE UBICA TRES VECES POR ARRIBA DEL PRD**

[sercorsan@hotmail.com](mailto:sercorsan@hotmail.com) ✉

Puebla. Elección de Presidente de la República

	Alianzas y Coaliciones				Votación				% Votación respecto Lista Nominal				% Votación válida			
	1994	2000	2006	2012	1994	2000	2006	2012	1994	2000	2006	2012	1994	2000	2006	2012
PAN	PAN	Alianza para el Cambio (PAN y PVEM) AC	PAN	PAN	399,942	732,435	743,831	640,977	19.1	26.6	21.6	16.4	27	44	39	27
PRI	PRI		Alianza por México (PRI + PVEM)	PRI, PVEM	787,493	698,974	460,183	854,382	37.6	25.4	13.4	21.8	53	42	24	35
PRD	PRD	Coalición Alianza por México (PRD, PT, Convergencia por la Democracia, Partido de la Sociedad Nacionalista y Partido Alianza Social) AM	Por el bien de todos (PRD + PT + CD)	PRD, PT, MC	216,200	208,688	639,659	859,110	10.3	7.6	18.6	21.9	15	12	33	36
Otros	PPS, PFCRN, PARM, UNO, PDM, PT, PVEM y candidatos no registrados	Partido del Centro Democrático, PARM, Democracia Social y candidatos no registrados	Nueva Alianza, Alternativa Social, Demócrata y Campesina y candidatos no registrados	Nueva Alianza y candidatos no registrados	86,578	37,770	86,879	56,822	4.1	1.4	2.5	1.4	6	2	5	2
Total votos válidos	Excluye votos nulos				1,490,213	1,677,867	1,930,552	2,411,291	71.1	60.9	56.2	61.5	100	100	100	100
Lista Nominal de electores					2,096,193	2,753,111	3,436,519	3,918,928	100.0	100.0	100.0	100.0				

• Fuente: IFE. Atlas de Resultados Electorales Federales 1991-2012. • <http://siceef.ife.org.mx/pef2012/SICEEF2012.html#>

## Tras las huellas de la naturaleza

Tania Saldaña Rivermar y Constantino Villar Salazar • Ilustración: Diego Tomasini / Dibujo

## "Vámonos de vacaciones"

Sol, mar, playa y arena; para muchos, la mejor combinación después de una dura jornada laboral. Los medios masivos de información nuevamente han llenado con un sinnúmero de destinos nuestros ojos y oídos, tanto, que cuando preguntamos a nuestros amigos y familiares, sobre las vacaciones, mayoritariamente las respuestas nos indicarían al parecer que, "descanso", es sinónimo de "viajar"; aunque más de uno seguramente dirá "regresé más cansado". Hoy la industria turística es una de las principales fuerzas económicas.

Se preguntarán por qué hablamos de esto. Bien, durante el pasado periodo vacacional (Semana Santa), nos llamó la atención lo publicado en redes sociales, radio y televisión. Un sinnúmero de anuncios, memes y GIFs que nos hicieron pensar. ¿Realmente interesa a gobiernos, a instituciones educativas y a ciudadanos, el cuidado del medio ambiente; realmente la información que se dice y que se obtiene es analizada por todos o solo pasa de largo? Por ejemplo, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), días previos a, publicó un GIF en donde invita al turista a visitar las áreas naturales protegidas del país, lo cual no está mal, hasta que esta invitación es analizada a profundidad. ¿Le parece, querido lector, que juntos analicemos esto?; si es así, entonces las siguientes líneas son de su interés.

Hablando sobre diversidad biológica resalta de manera importante y general reconocer a México como un país megadiverso, el cual ocupa el décimo cuarto lugar en el mundo en superficie, superficie accidentada en la que sobresale un enorme mosaico que representa la diversidad de ecosistemas, especies de animales, plantas, hongos, bacterias y protozoarios que viven y se relacionan de manera dinámica dentro de estos ecosistemas, algunas de estas especies de distribución amplia y algunos endémicos (que solo se encuentran en ese lugar de manera natural), y la diversidad genética, la cual hoy en día representa la preocupación de algunos líderes políticos y agrupaciones civiles, pero dejemos un momento a este tema y desbrocemos poco a poco el gran problema que representa el turismo en cuanto a la pérdida de biodiversidad de nuestro país.

En nuestro país encontramos de manera general y dentro de cada grupo aproximadamente 47 mil 853 especies de insectos, 700 de hongos, 26 mil 495 de plantas vasculares, recordemos que estas son plantas con órganos muy especializados como raíces, tallos, hojas flores y frutos; 2 mil 692 de peces, 376 de anfibios, 804 de reptiles, si sumamos a estos dos grupo (anfibios y reptiles), tendremos que México es el primer lugar a nivel mundial, en cuanto a diversidad de herpetofauna; mil 96 de aves y 535 especies de mamíferos. Pero aun con esta información se preguntará, amigo lector, ¿y qué tiene que ver esto con el turismo?

Recientemente generó un sinnúmero de especulaciones en redes sociales el hecho de que turistas extranjeros llevaran a cabo la limpieza de playas mexicanas, después del paso de la oleada de turistas nacionales, lo anterior desató comentarios como los siguientes: "Hay que aprender de ellos; ellos sí tienen educación", "Por eso las playas mexicanas no son de los mexicanos", "Aprendamos todos de ellos", "Que recojan la basura de los productos que nos venden" y algunos comentarios más un poco subiditos de tono. Lo que nos parece importante sobre esto es analizar responsabilidades, ¿quién alienta, alimenta y fomenta de manera constante el impacto ambiental generado en los diferentes lugares elegidos para pasar unas "lindas vacaciones"?

México es un país que presenta una diversidad cultural importante y digna de señalar, que a decir de algunos estudiosos expertos, es intrínseca a la biodiversidad. Bien, entonces, si se llama a una migración vacacional hacia lugares como bosques, selvas, desiertos, costas, manglares, entre otros, en donde la bandera de la conservación ha sido la hegemonía para decretar

áreas naturales protegidas locales, estatales e internacionales y la misma para la declaración de los inventados "Pueblos Mágicos", que permiten la llegada de hoteles y comercios, que necesariamente dependen del turismo para su subsistencia, en el intento de activar su economía unifican esfuerzos con gobiernos locales, estatales, nacionales e internacionales, y con organizaciones de la sociedad civil que alimentan y justifican la llegada de miles de visitantes, pero bajo el ojo vigilante del llamado "ecoturismo" que en la mayoría de las ocasiones deja de ser "eco" como un sinónimo de bienestar ambiental para volverse "eco" como sinónimo de economía sin importar los desastres causados. Todo esto para poder comercializar con las vestimentas, gastronomía, arquitectura, fiestas, tradiciones, etcétera, de las personas autóctonas de estas regiones, dicha economía necesita de imágenes que permita la publicidad para la compra y venta del producto, de manera perfecta, aquí es donde entra la naturaleza que más allá de ser vista como parte importante de la calidad de cada uno de los habitantes de este planeta se vuelve un signo de pesos, con el potencial de cotizar en la bolsa de valores. €



f Tras las huellas

t @helaheloderma

traslashuellasdelanaturaleza@hotmail.com ✉

El Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica,  
La Universidad Nacional Autónoma de México, a través del CCADET,  
El Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.,  
La Secretaría de Salud del Estado de Puebla y  
La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, a través de la VIEP  
invitan al:

**VII** CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD **16-18 junio 2016**

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

## LUGAR

Unidad de Seminarios de Ciudad Universitaria, BUAP

## DIRIGIDO A

Investigadores, Profesionistas y Estudiantes Involucrados e Interesados en la Tecnología Aplicada en Áreas de la Salud

## ESTRUCTURA

Conferencias Plenarias Invitadas y Trabajos en Cartel

## INVITACIÓN A PRESENTAR CARTELES

Fecha límite de recepción de propuestas: 30 de abril de 2016  
Fecha de notificación de aceptación: 11 al 17 de mayo de 2016

## INFORMES

[http://www-optica.inaoep.mx/tecnologia\\_salud](http://www-optica.inaoep.mx/tecnologia_salud)

## INAOE

Dr. Eduardo Tepichin Rodríguez  
Laboratorio de Ciencias de la Imagen y Física de la Visión  
01(222) 2 66 31 00 ext. 1224  
tepichin@inaoep.mx

## CCADET

Dr. Rufino Díaz Uribe  
Grupo de Sistemas Ópticos  
01(55) 5 622 86 02 ext. 1117  
rufino.diaz@ccadet.unam.mx

Secretaría de Salud del Estado de Puebla  
01(222) 5 51 06 00

## CIO

Dra. Amalia Martínez García  
División de Óptica, CIO  
amalia@cio.mx  
01(477) 441 4200 ext. 241

## VIEP

Dr. José Eduardo Espinosa Rosales  
Director de Divulgación Científica  
espinosa@cfcm.buap.mx  
01(222) 2 29 55 00 ext. 5730



José Gabriel Ávila-Rivera



## Farmacéutica prehispánica

• Detalle del mural *El pueblo en demanda de salud*, de Diego Rivera y David Alfaro Siqueiros, en el Hospital La Raza; imagen tomada de [http://www.udg.mx/sites/default/files/080311\\_revista\\_tukari.pdf](http://www.udg.mx/sites/default/files/080311_revista_tukari.pdf)

A las plantas medicinales se les agregaron plantas sagradas con efectos psicotrópicos que vincularon el estado físico terrenal con las divinidades, teniendo un medio directo de transporte hacia el mundo de los dioses. En este punto los rituales debieron ser más sofisticados y manipulados por sacerdotes que transmitieron sus conocimientos exclusivamente a aquellos individuos de su misma clase, para tener elementos de dominación que les permitiesen mantenerse en su mismo coto o límite de poder.

También fueron abundantes los medicamentos de origen animal en los que se usaron bilis, hígado, cerebro, corazón, huesos y músculos en los que había también una gran cantidad de protocolos que debieron incluir otros elementos de la naturaleza como piedras, diferentes tipos de tierras, joyas o metales y resinas.

Cuando llegaron los informes a Europa de lo encontrado en nuestro continente, se dio una fusión particularmente interesante con la herbolaria tradicional empírica del viejo continente, la magia mesoamericana y la magia medieval europea que persistió durante mucho tiempo.

En la actualidad nos encontramos inmersos en un mercado de fármacos obtenidos por síntesis bajo estrictos métodos que se han descubierto bajo la ciencia. La extensión en las expectativas de vida nos muestra que la medicina va funcionando, aunque no hemos logrado vencer del todo a la enfermedad, pues a cada momento surgen nuevos retos que enfrentar. Contamos con un arsenal de medicinas que nos hacen más pasadera la vida, como con los analgésicos y los anestésicos, pero desconocemos el origen de muchas enfermedades. Nos acercamos a la comprensión de un buen número de fenómenos biológicos; sin embargo parece ser que no progresamos. Hay una crisis de accesibilidad a la salud y gradualmente vamos perdiendo la batalla; por ejemplo con las bacterias, que en su pequeñez dominan nuestra inercia a buscar con antibióticos la forma de destruirlas, en muchos casos sin éxito.

Ante estas situaciones, curiosamente la herbolaria prehispanica tiene una práctica bastante difundida en la cultura actual, en pleno siglo XXI, como una respuesta natural que nuestra sociedad genera como un grito desesperado en las clases sociales menos favorecidas donde aún prevalece la concepción de la magia y la religión vinculada con la enfermedad. Toman entonces valor las palabras que el poeta Claudio Martínez Paiva (1887-1970) plasmó en un poema y en donde plantea con toda la crudeza que "la ciencia no es tan ciencia, cuando no tiene conciencia".

Tomando en cuenta la llegada de los españoles a nuestro continente en 1492, se puede encontrar una serie de fenómenos caracterizados por una pobreza documental, ausencia de una memoria histórica de los pueblos descubiertos, un sistemático quebranto de las tradiciones y destrucción de las reliquias (que aún no ha cesado) y que nos han heredado una gran cantidad de interrogantes sobre los distintos procedimientos diagnósticos y terapéuticos de las culturas que nos antecedieron.

Tal vez los únicos datos reales con los que contamos se circunscriben al periodo que gira alrededor de la conquista de México. El material que se puede utilizar desde el punto de vista de la investigación histórica proviene de cronistas y misioneros que, en lengua castellana o en latín, plasmaron en papel principalmente narraciones en las fechas posteriores a la primera mitad del siglo XVI. Por esta razón muchos conceptos se encuentran digamos "contaminados" de la cultura europea y generalmente plantean conocimientos y observaciones incompletas.

Una buena parte de las ideas sobre la farmacéutica prehispanica es deducida a través del conocimiento étnico, sociológico, histórico y geográfico de nuestros ancestros. De ahí sabemos que el abordaje de la enfermedad tuvo un principio y fin en conceptos mágicos y religiosos que dieron lugar a una serie de normas en el actuar, que buscaban elementos incluso preventivos además de curativos.

Indudablemente es muy complicado aplicar los conocimientos médicos de ese entonces a la actualidad, aunque tampoco se puede menospreciar la alta capacidad de observación y un largo proceso de evaluación como lo establece el método de prueba y error, para poder obtener conclusiones válidas de una medicina que debió ser exitosa en ciertas patologías. En pocas palabras, hubo beneficios y resultados positivos en la aplicación de los conocimientos que a lo largo de los años, se fueron adquiriendo gradualmente.

Cuando Cristóbal Colón arribó a nuestras tierras tropicales, generó la primera visión que los europeos tuvieron de este continente como una tierra donde nunca hacía frío; en donde, con una opu-

lencia natural, abundaban gran variedad de frutos, flores, animales y seres maravillosos (una cosa totalmente contraria hubiese sucedido si las tres carabelas de Colón hubiesen arribado a Nueva York). El caso es que de ahí surgió el fenómeno que se conocería como "Conquista", con consecuencias de un carácter terrible que aún ahora sufrimos los países de América Latina.

Los pueblos de América entregaron a los europeos un acervo inmenso de elementos nutritivos y terapéuticos en una forma literalmente desinteresada; pero a cambio fueron recibidos elementos impositivos como el idioma, una nueva religión, instituciones de un carácter diferente, una organización social, económica y hasta la manera distinta de vestir. Estas obligaciones y compromisos no buscaron aniquilar a esas sociedades invadidas sino que llevaban dentro de sí, el deseo de liberarlos de aspectos sociales que consideraban erróneos y orientarlos a una religión distinta que, para España era la única y verdadera, buscando una igualdad, que en la práctica no solamente no se llevó a cabo sino que trajo consigo consecuencias funestas para esas sociedades que ya iban teniendo un desarrollo gradual y superación cultural.

Como toda comunidad humana que va pasando el proceso de primitivismo hacia una serie de conceptos abstractos en el que surgen preguntas como el origen, el presente y el destino, en los pueblos prehispanicos se interpretó la vida y los sucesos como algo mágico y religioso, en donde existían divinidades que marcaban las enfermedades como un castigo a aquellas faltas o pecados que se cometían y que debían ser perdonados. Se especulaba que había una ruptura del equilibrio y debía retomar su armonía, vinculándola con la naturaleza biológica que se encontraba en el entorno.

Se buscó en las plantas esos principios básicos de equilibrio. Pero el resultado terapéutico de esos vegetales dependía de una gran cantidad de factores, como quiénes eran los recolectores, quiénes los preparaban, en qué época del año se hacía la colecta o la preparación del remedio y una serie de pasos sucesivos y rituales que tenían palabras llenas de magia y que eran estrictamente seleccionadas para cada planta.

## Reseña (incompleta) de libros

## El curioso incidente del perro a medianoche

Alberto Cordero

**2** El perro estaba muerto. De su cuerpo sobresalía un horcón. Decidí que probablemente habían matado al perro con la horca porque no veía otras heridas en el perro, y no creo que a nadie se le ocurra clavarle una horca a un perro después de que haya muerto por alguna otra causa.

El perro se llamaba Wellington. Pertenecía a la señora Shears, que era amiga nuestra. Vivía en la acera de enfrente, dos casas hacia la izquierda.

**3**

Me llamo Christopher John Francis Boone. Me sé todos los países del mundo y sus capitales y todos los números primos hasta el 7,507.

Hace ocho años, cuando conocí a Siobhan, me enseñó este dibujo ☹️ Y supe que significaba "triste", que es como me sentí cuando encontré al perro muerto.

Luego me enseñó este dibujo 😊 y supe que significaba "contento", como cuando leo sobre las misiones espaciales Apolo, o cuando aún estoy despierto a las tres o las cuatro de la madrugada y recorro la calle de arriba abajo y me imagino que soy la única persona en el mundo entero.

Pedía a Siobhan que me dibujara más caras de ésas y escribiera junto a ellas qué significaban exactamente. Me guardé la hoja en el bolsillo y la sacaba cuando no entendía lo que alguien me estaba diciendo. Pero era muy difícil decidir cuál de los diagramas se parecía más a la cara que veía, porque las caras de la gente se mueven muy deprisa.

**5**

Me gustan los perros porque son fieles y no dicen mentiras porque no hablan.

Entonces oí que gritaba la señora Shears:

—¿Qué coño le has hecho a mi perro?

No me gusta que la gente me grite. Me da miedo que vayan a pegarme o a tocarme y no sé qué va a pasar.

Retrocedí dos metros mientras gritaba otra vez.

Me tapé las orejas con las manos y cerré los ojos y rodé hasta quedar encogido y con la frente pegada a la hierba.

**7**

En general leo libros de ciencias y matemáticas. No me gustan las novelas. Pero sí me gustan las novelas policíacas. Así que estoy escribiendo una.

**11**

Llegó la policía, una policía y un policía. La mujer policía tenía un pequeño un pequeño agujero en las medias a la altura del tobillo izquierdo y un arañazo rojo en medio del agujero.

El policía se agachó junto a mí y dijo:

—¿Quieres contarme qué está pasando aquí, jovencito?

—El perro está muerto, alguien ha matado al perro —dije.

—¿Cuántos años tienes? —preguntó el policía.

—Tengo 15 años, tres meses y dos días —dije.

—¿Por qué tenías al perro en brazos?

—Me gustan los perros —dije.

—¿Has matado al perro?

—Yo no he matado al perro.

Me estaba haciendo demasiadas preguntas y me las estaba haciendo demasiado rápido. Volví a rodar sobre la hierba y pegué la frente al suelo otra vez e hice ruido que Padre llamaba gemido.

El policía me agarró del brazo y me hizo ponerme en pie.

No me gustó que me tocara de esa forma. Y entonces le pegué.

**13**

Yo no sé contar chistes porque no los entiendo. He aquí un ejemplo.

El capitán dijo: "¡Arriba las velas!", y los de abajo se quedaron sin luz. Y pregunté ¿por qué es gracioso el chiste? Es porque aquí la palabra velas tiene dos significados, que son: pieza de tela que tienen los barcos, y 2) cilindro de cera que se emplea para alumbrar.

Si trato de decir esta frase haciendo que la palabra signifique dos cosas distintas a la vez, es como si escuchara dos piezas distintas de música al mismo tiempo, lo cual es incómodo y confuso, no agradable. Es como si dos personas te hablaran a la vez sobre cosas distintas.

**17**

Hay gente que cree que la Vía Láctea es una larga línea de estrellas, pero no lo es. Nuestra galaxia es un disco gigantesco de

estrellas de millones de años luz de diámetro y el sistema solar está cerca del borde exterior del disco.

Entonces pensé en que durante mucho tiempo a los científicos los había desconcertado que el cielo sea oscuro por las noches pese a haber billones de estrellas en el universo, pues hay estrellas en todas las direcciones en que uno mire, así que el cielo debería estar lleno de luz estelar porque hay muy poca cosa que impida que la luz llegue a la Tierra.

**19**

Para marcar los capítulos de los libros se suelen usar los números cardinales 1,2,3,4,5,6, etcétera. Pero he decidido usar los números primos 2,3,5,7,11,13 etcétera porque me gustan.

Así es como se obtienen los números primos.

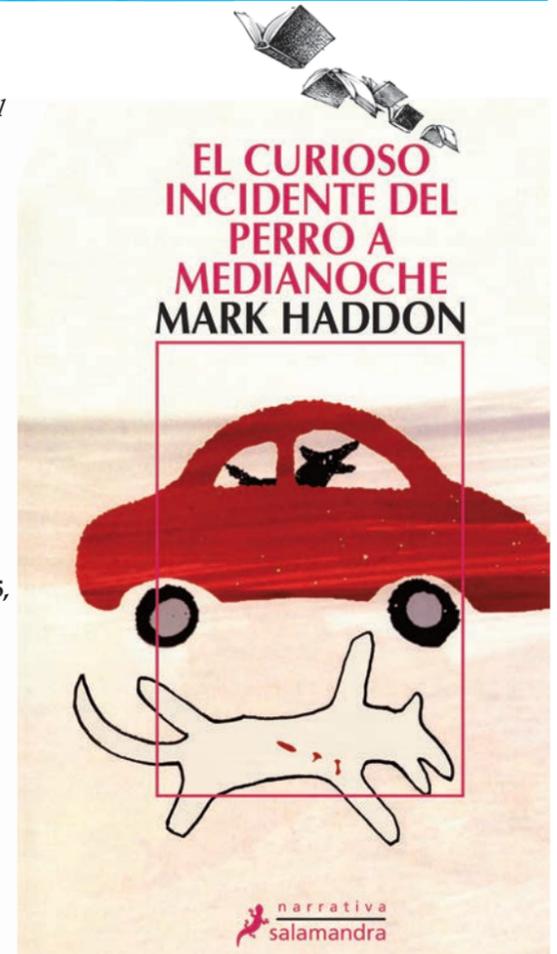
Primero escribes todos los números enteros positivos del mundo.

Entonces quitas todos los números que son múltiplos de 2. Después los múltiplos de 3. Después los números múltiplos de 4 y 5 y 6 y 7 y así sucesivamente. Los números que quedan son los números primos.

Los números primos son útiles para crear códigos y en Estados Unidos los consideran Material Militar y si descubres uno de más de 100 dígitos tienes que decírselo a la CIA y te lo compran por 10 mil dólares.

Yo creo que los números primos son como la vida. Son muy lógicos pero no hay manera de averiguar cómo funcionan, ni siquiera aunque pasaras todo el tiempo pensando en ellos.

Haddon,  
Mark, 2015,  
El curioso  
incidente  
del perro a  
medianoche.  
Barcelona,  
Publicaciones  
y Ediciones  
Salamandra, S. A.  
15ª edición.



Bienvenido, Jesús García, quien detectó que en el penúltimo renglón de la Broma 2 del número anterior dice:

—¿Cuál es la integral de  $x$  al cubo? Y debería decir —¿Cuál es la integral de  $x$  al cuadrado?

(El error está en el texto original de "Los Simpson y las matemáticas")

acordero@cfm.buap.mx ✉



posgrados inaoe  
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

astrofísica | óptica | electrónica  
ciencias computacionales | ciencia y tecnología del espacio

Calle Luis Enrique Erro No.1, Santa María Tonantzintla, Puebla  
C.P.72840, Apdo. Postal 51 y 216, 72000 Puebla, Puebla.

Tel. (222) 2 472742 contacto: admisiones@inaoep.mx

http://posgrados.inaoep.mx

convocatoria abierta

Raúl Mújica

## Un vals para el taller de ciencia para jóvenes



El ritmo del vals no es, de ninguna manera, el más adecuado para describir el ambiente del Taller de Ciencia para Jóvenes (TCJ) del INAOE. Al contrario, los mismos estudiantes nos han dicho que “...el taller tiene un ritmo descabellado...” Sin embargo, así como en algunas sociedades se acostumbra, todavía, celebrar la madurez de las quinceañeras con un vals, nosotros queremos hacer lo mismo, no el vals, pero sí celebrar la edición número 15 de nuestro TCJ. Y sin ánimo de presunción, bueno quizá sí, un poco, debo mencionar que el TCJ maduró muy rápido, su estructura inicial casi se ha mantenido, sin por eso dejar de mejorar cada año.

Y, como sucede cuando se acercan fechas importantes, en días recientes recordé algunos pasajes de los inicios del TCJ. Vino a mi memoria la visita, al INAOE, de Gil Bor, investigador del Centro de Investigaciones de Matemáticas (CIMAT) en Guanajuato, hace 15 años. Gil es matemático y promotor de casi todos los talleres de ciencia para jóvenes en México. Ya antes habíamos hablado varias veces por teléfono sobre la posibilidad de efectuar un taller similar al de ellos, que había iniciado dos años atrás, y al del CICESE-UNAM en Ensenada, que había tenido su primer taller sólo un año antes. Recorrimos instalaciones, platicamos del posible programa y de los profesores, él fue uno de ellos, y así... así de rápido se pasaron 14 ediciones y este año llevaremos a cabo la número 15. Antes de olvidar más cosas, debo también mencionar que el enlace con Gil fue debido a una de las incansables manifestaciones del Dr. Omar López, que por alguna razón andaba por Guanajuato en aquellas épocas, y por otro lado, debo también remarcar la participación de Cynthia Leal, de Nuevo León, quien fungió como “capataz” de las primeras generaciones.

La primera convocatoria no fue masiva, como todas las posteriores. Aún no teníamos en el INAOE contacto con tantas escuelas ni profesores como ahora. Tampoco teníamos tanta presencia en medios, así que una parte de las solicitudes nos las pasaron del CIMAT, una vez que alcanzaron su cupo límite. Algunos de los chicos fueron difíciles de contactar, hicimos una gran cantidad de llamadas, a su casa, escuela y a veces hasta a sus vecinos. Y funcionó. Con sólo 20 estudiantes llevamos a cabo la primera edición.

Recuerdo a casi todos. Recientemente hemos intentado contactarlos para darle seguimiento a su carrera. Encontramos ingenieros, un médico, una psicóloga, alguno que se fue a ciencias... de la comunicación, y también una chica terminó una maestría en astrofísica. Algunos están fuera, en Suecia y en Londres. Sin embargo, de todos, el caso que siempre menciono es el del chico que fue más difícil de contactar, sólo teníamos el número de teléfono de sus vecinos y cuando llamábamos por el día nos decían que no lo conocían, pero por la noche, alguien muy amable, siempre intentaba buscarlo. Creo que esta misma persona también le prestó dinero para el autobús hacia Puebla, que le reembolsamos, desde luego. Supe que no terminó una licenciatura, tenía un padre con problemas de adicción y su hermano trabajaba como albañil para ayudar en casa, y éste era el camino que le esperaba. Pero terminó una carrera técnica, lo que me parece tan valioso como las licenciaturas y posgrados de los demás. Espero que el primer TCJ haya servido de algo con él.

Ahora estamos llegando al Taller de Ciencia para Jóvenes número 15. Durante la última semana de julio tendremos nuevamente el TCJ en el INAOE. Al igual que en el primero en 2002, el TCJ está dirigido a estudiantes finalizando el segundo año de preparatoria, la convocatoria es nacional y sólo aceptamos entre 25 y 28 estudiantes cada año, de entre las 150 solicitudes que recibimos. La selección está basada principalmente en el interés por la ciencia que muestran en un ensayo que es parte de la solicitud. Las calificaciones y cartas de recomendación de los profesores son aspectos secundarios.

Como ya mencionamos, hay otros TCJ organizados por instituciones como el CIMAT y el CICESE, sin embargo, desde que iniciamos, le dimos un enfoque propio, lo orientamos hacia las disciplinas que desarrollamos en el INAOE: cursos de Astrofísica y Óptica; complementados con seminarios y talleres de Ciencias Computacionales y Electrónica, además, se ofrecen pláticas y talleres impartidos por profesores invitados de otras instituciones (BUAP, UDLAP, UNAM, IUPAC, etcétera), en diferentes temas: Química, Física de Partículas, Arqueoastronomía, Aprendizaje Automático, Matemáticas, Biología, Fisiología, Lectura, etcétera.

Los participantes son seleccionados por algunos de los investigadores que imparten los cursos y los talleres, así como por algunos de los investigadores invitados. Aún después de 15 ediciones, es muy difícil la selección, ya que sabemos que sólo podemos aceptar a ~20% de los solicitantes, y que seguramente más de 70 por ciento tiene el nivel para ser aceptado. Estamos en el proceso de recepción de solicitudes, hasta el 5 de junio, luego se llevará a cabo la selección y la lista de participantes se publicará el 26 de junio.

El Taller va de domingo a domingo, siempre durante las vacaciones del verano. La dinámica es la siguiente: por la mañana reciben cursos en Astronomía y Física; posteriormente un investigador les da una plática de introducción para la práctica que tendrán por la tarde en uno de los laboratorios, después de la comida. Por la tarde, toman un curso de Óptica seguido de otras actividades, ya sean más experimentos o pláticas invitadas. Al final del día, después de cenar, desarrollan lo que llamamos “actividades de integración”, que incluyen discusiones de libros, películas, actividades ecológicas, un rally científico, y si el tiempo lo permite algunas actividades artísticas (en uno de los talleres escriben e interpretan una canción cuya letra debe estar relacionada con la ciencia).

Como podemos ver el TCJ es muy intenso y la única manera que puedo resumirlo es con un comentario que nos hizo uno de los muchachos en su evaluación final del TCJ y que mencionamos al inicio de este texto:

“...el taller tiene un ritmo descabellado...”

La Astronomía tiene fuerte presencia, debido a que muchos de los jóvenes están interesados en el tema, de tal manera que una de las actividades clave del TCJ es la visita al Gran Telescopio Milimétrico, ya que ha resultado ser una motivación muy especial para todos. Por otro lado, una noche es asignada para que visiten los telescopios locales: la Cámara Schmidt, y el Telescopio de un metro (de la UNAM), y en caso de que esté despejado pueden conocer el proceso de observación. Durante el día, se asigna un espacio para que visiten el Telescopio Solar y, cuando es posible, el radiotelescopio RT5.

En todos los talleres se ha generado un ambiente lleno de entusiasmo y confianza entre los participantes y los profesores, fomentando una interacción mucho mayor a la que se genera en las aulas de clases. Los jóvenes exponen sin ningún temor sus inquietudes a los investigadores y a sus compañeros. Además, al final del curso, en sábado, presentan en equipo alguno de los temas que más les gustaron, ya sea en los cursos, los laboratorios o las pláticas invitadas. Esto les da práctica para hablar en público y muestra a los profesores qué tanto aprendieron de ellos.

El Taller se lleva a cabo durante las vacaciones del verano, este año del 24 al 31 de julio. El INAOE cubre los gastos derivados del Taller: alojamiento, comida, transporte, etcétera. La convocatoria está abierta, se encuentra en:

[http://www.inaoep.mx/~rmujica/taller\\_2016](http://www.inaoep.mx/~rmujica/taller_2016)



Esperamos sus solicitudes. ☺

rmujica@inaoep.mx ✉



**Mayo 05. Lluvia de meteoros Eta-Acuáridas.** Actividad del 19 de abril al 28 de mayo, con el máximo el 5 de mayo. La tasa horaria es de 70 meteoros. El radiante se encuentra en la constelación de Acuario con coordenadas de AR=338 grados y DEC=-01 grados. Asociada con el cometa 1P/Halley. Produce meteoros de gran velocidad, bólidos muy luminosos y de largas trayectorias.

**Mayo 06, 04:13. Luna en perigeo.** Distancia geocéntrica: 357,827 km. Iluminación de la Luna: 0.7%.

**Mayo 06, 19:29. Luna Nueva.** Distancia geocéntrica: 358,215 km.

**Mayo 08. Lluvia de meteoros Eta-Líridas.** Actividad del 3 al 14 de mayo, con el máximo el 8 de mayo. La tasa horaria es de 3 meteoros. El radiante se encuentra en la constelación de la Lira con coordenadas de AR=287 grados y DEC=+44 grados. Asociada con el cometa 1P/Halley.

**Mayo 09, 12:03. Júpiter estacionario.** Elongación del planeta: 114.0 grados.

**Mayo 09, 15:05. Mercurio en conjunción inferior.** Distancia geocéntrica: 0.55703 U.A.

**Mayo 13, 17:02. Luna en Cuarto Creciente.** Distancia geocéntrica: 392,446 km.

**Mayo 18, 22:06. Luna en apogeo.** Distancia geocéntrica: 405,933 km. Iluminación de la Luna: 92.1%.

**Mayo 19, 16:29. Mercurio en el afelio.** Distancia heliocéntrica: 0.4667 U.A.

**Mayo 21, 21:14. Luna Llena.** Distancia geocéntrica: 406,269 km.

**Mayo 21, 23:00. Marte a 5.3 grados al Sur de la Luna en los límites de las constelaciones de Escorpión y la Lira.** Configuración observable hacia el Este de la esfera celeste desde las primeras horas de la noche. Elongación del planeta: 178 grados. En la vecina constelación de Ofiuco se puede observar el planeta Saturno.

**Mayo 22, 11:09. Marte en oposición.** Distancia geocéntrica: 0.5095 U.A.

**Mayo 22, 13:15. Mercurio estacionario.** Elongación del planeta: 17.8 grados.

**Mayo 22, 20:18. Saturno a 2.6 grados al Sur de la Luna en la constelación de Ofiuco.** Configuración observable hacia el Este de la esfera celeste desde las primeras horas de la noche. Elongación del planeta: 168 grados.

**Mayo 29, 12:11. Luna en Cuarto Menguante.** Distancia geocéntrica: 375,549 km.

✉ [jvaldes@inaoep.mx](mailto:jvaldes@inaoep.mx)

# taller de ciencia para jóvenes

10 al 17 de julio, 2016

INAOE

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

## ¿TE GUSTARÍA TRABAJAR CON DATOS DEL TELESCOPIO MILIMÉTRICO MÁS GRANDE DEL MUNDO?

TE INVITAMOS AL

**PRIMER TALLER DE RADIO-ASTROFÍSICA  
VERANO TNT2016**  
Del 26 de junio al 9 de julio



El Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano (GTM) es el telescopio de plato único y móvil más grande del mundo, diseñado para hacer observaciones astronómicas en longitudes de onda de 0.85 - 4mm. Este proyecto binacional entre México y los Estados Unidos de América es el instrumento científico más grande y complejo construido en México. Situado en la cima del Volcán Sierra Negra a una altitud de 4600 metros, el GTM ha iniciado la exploración de los procesos físicos que controlan la formación y evolución de sistemas planetarios, estrellas, hoyos negros y galaxias a través de los miles de millones de años de historia del Universo.  
[www.lmtgtm.org](http://www.lmtgtm.org)

Dirigido a estudiantes cursando el último año de carreras de física, matemáticas y áreas afines en instituciones mexicanas o de América Central y Sudamérica, este taller te introducirá a la investigación que se realiza en el área de astronomía milimétrica en el INAOE y con el GTM.

Se otorgarán becas de hospedaje y alimentación a los alumnos seleccionados.

### Fechas:

Límite de recepción de documentos: 31 de mayo.  
Lista de seleccionados: 15 de junio.

### Tópicos:

Cosmología, Galaxias, Planetas, Formación de estrellas, Desarrollo de nueva instrumentación radioastronómica, Observación radioastronómica.

### Informes:

<http://www.inaoep.mx/~tallermtnt>  
[tallermtnt@inaoep.mx](mailto:tallermtnt@inaoep.mx)



Carlos Treviño

# LIGO: OBSERVADOR DE ONDAS GRAVITACIONALES

En 1915 Albert Einstein promulgó la Teoría General de la Relatividad que predecía que objetos masivos acelerándose, tales como supernovas o agujeros negros orbitando, emiten grandes cantidades de energía en la forma de ondas gravitacionales. Estas ondas pueden viajar distancias de varios miles de millones de años luz. Einstein nunca concibió que hubiera tecnología capaz de observar estas ondas.

Cerca de un siglo después, esta tecnología ya existe en el Interferómetro-observatorio de ondas gravitacionales (LIGO por sus siglas en inglés: Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory). Mediciones de dos interferómetros separados por 3 mil kilómetros (en Livingston, Louisiana, y en Hanford, Washington, en Estados Unidos) realizaron la primera confirmación experimental de la teoría de Einstein al registrar la onda gravitacional GW150914 producida por la colisión de dos agujeros negros a mil 200 millones de años luz de la Tierra. Esto fue posible gracias a los esfuerzos del grupo de trabajo de LIGO.

Al hablar de LIGO realmente hablamos de varios instrumentos: el sistema original iLIGO (LIGO inicial) se construyó de 1990 a 1995 y realizó observaciones de 1996 a 2008, donde los científicos vieron que no tenían la suficiente sensibilidad para detectar las ondas gravitacionales. En 2008 comenzó la construcción del actual aLIGO (LIGO avanzado), o simplemente LIGO, que estuvo en construcción desde 2008 hasta 2015, el cual ya tuvo la sensibilidad suficiente para detectar las ondas gravitacionales, y eso que aún no ha llegado al límite de su sensibilidad.

El sistema se basa en un interferómetro, pero, ¿qué es un interferómetro? Se trata de una herramienta muy utilizada en varios campos de la ciencia y la ingeniería por las mediciones precisas que no serían realizables de otra manera. Reciben este nombre porque funcionan combinando dos o más fuentes de luz para crear un patrón de interferencia que se pueda medir y analizar. El patrón de interferencia no es más que la onda que se genera de la misma manera que sucede cuando se tira una piedra en el agua.

Una onda gravitacional estira y acorta los brazos del interferómetro LIGO, pero al mismo tiempo estira y acorta la longitud de onda de la luz del láser (ver figura anexa), exactamente en la misma proporción. ¿Cómo es posible entonces medir con un interferómetro la longitud de los brazos? La respuesta es sencilla: el interferómetro no mide distancias como una regla. Actúa como un reloj midiendo intervalos de tiempo. Como la velocidad de la luz en el vacío es constante, esta medida de tiempos permite determinar cómo se estiran y acortan los brazos de LIGO al paso de la onda gravitacional. El interferómetro doble en forma de letra L que usa LIGO se comporta como un reloj. Mide la diferencia de camino entre haces luminosos.

Para lograr medir estos cambios, LIGO desarrolló tecnología única para ver los cambios producidos por las ondas gravitacionales y que anulan vibraciones a todas las frecuencias. Las complicaciones son grandes y enfrentan problemas únicos, por ejemplo, los brazos de LIGO son tan grandes, que debido a la curvatura de la Tierra, el comienzo y fin de cada brazo tiene una diferencia de altura de un metro, entonces hay que construir una plataforma que cambie un cuarto de milímetro por cada metro lineal de construcción de manera que los tubos sean tan rectos como sea posible.

La luz viaja por tubos rectos de 1.2 metros de diámetro que se mantienen a un vacío equivalente a ocho veces el del espacio exterior y a tan sólo una billonésima de la presión atmosférica. Tardan 40 días en realizar el vacío en la segunda cámara más grande del mundo; solamente por detrás de otro gran instrumento científico: el LHC (Large Hadron Collider) en Suiza. Este tubo tiene un sistema hidráulico que mueve los cuatro kilómetros de tubos

a manera de contrarrestar las vibraciones de baja frecuencia producidas por vibraciones sísmicas, cambios en las mareas o un camión pasando por la carretera. Así de complicado y sensible es el sistema.

Otra tecnología única es usada para suspender los espejos en el interferómetro que anula frecuencias intermedias. Los espejos a los lados del interferómetro pesan cerca de 40 kilogramos y se soportan en un péndulo de fibras de vidrio de 4 mm de diámetro, que con un sistema de compensación anulan las vibraciones de 60 a 100 Hertz. Esto se hace con la mayor precisión posible y es la mayor diferencia entre iLIGO y el actual aLIGO.

La luz que viaja dentro de los tubos se genera por un láser de 4 Watts de potencia (como 800 veces la luz de un apuntador láser) con una pureza de color única. LIGO está diseñado en forma de "L" tiene brazos de cuatro km, tiene espejos la final de los brazos para reflejar la luz alrededor de 280 veces antes de recombinarse y formar un patrón de interferencia, para tener un recorrido total de mil 120 km. Esto es más o menos la distancia de Puebla a

Culiacán, Sinaloa. Para que este aparato funcione se debe tener una longitud de coherencia de al menos esta distancia. La

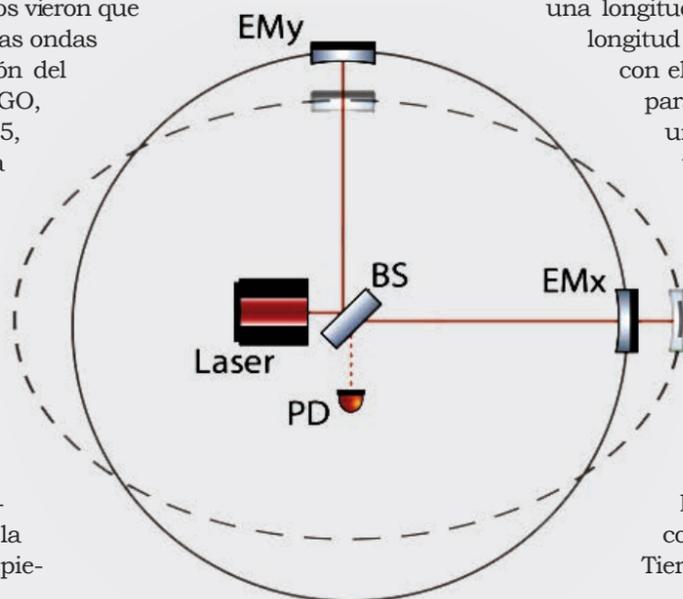
longitud de coherencia quiere decir que la luz "camina" con el mismo paso aún después de haberse separado; para que se den una idea, es equivalente a pedirle a unos soldados que caminen en dos direcciones distintas a un punto de ida y vuelta y que al volverse a juntar caminen exactamente igual como si siguieran juntos. En el LIGO la columna de soldados tendría que caminar una parte de Puebla a Guadalajara y la otra de Puebla a Villahermosa en línea recta, dar la vuelta y seguir marchando de manera que de regreso a Puebla tuvieran exactamente el mismo paso. El láser en LIGO utiliza la técnica PDH (por sus inventores Pounder-Drever-Hall) para obtener un sistema con un ancho de banda de 0.8 Hz. Esto significa que este láser tiene una longitud de coherencia más o menos igual a la distancia de la Tierra a la Luna.

De esta manera, con el aislamiento sísmico a bajas frecuencias, la suspensión de masa a frecuencias intermedias y el láser ultra puro a altas frecuencias, se anulan todas las posibles fuentes de vibración. De manera que si los brazos del interferómetro se mueven con una sensibilidad de 1/10,000 veces el tamaño de un protón, la única fuente que queda es precisamente las ondas gravitacionales. Y para asegurarse, se midieron simultáneamente en dos de estos instrumentos separados en 3 mil km.

En un futuro cercano se empezará a usar una red de interferómetros gravitacionales para empezar a desarrollar astronomía de ondas gravitacionales. Hasta el momento la red está conformada por los LIGO en Estados Unidos; VIRGO con brazos de tres kilómetros cerca de Pisa, en Italia; GEO600 con brazos de 600 metros en Hannover, Alemania; KAGRA con brazos de tres kilómetros en Japón, y en un futuro se pretende

usar a LISA (Laser Interferometer Space Antenna) que será un sistema de tres satélites con brazos de cinco millones de kilómetros enviada por la NASA y la Agencia Espacial Europea para detectar las ondas gravitacionales en el espacio. Si con brazos de cuatro km (que realmente son mil 120 km) LIGO es sensible, imagínense lo que harán varios millones de kilómetros).

La astronomía de ondas gravitacionales ayudará a explorar algunas de las grandes cuestiones de la física: ¿Cómo se forman los agujeros negros? ¿Es la relatividad general la descripción correcta de la gravedad? ¿Cómo se comporta la materia bajo las condiciones extremas de temperatura y presión de las estrellas de neutrones y las supernovas?, pero eso está aún por venir. ☺



• Estiramiento y acortamiento de los brazos de un interferómetro producidos por una onda gravitacional



• Esta imagen es parte de un video explicativo de ondas gravitacionales; tomada de <http://www.publico.es/ciencias/claves-comprender-son-ondas-gravitacionales.html>

## agenda



### La Facultad de Filosofía y Letras publica su convocatoria para los posgrados:

#### Maestría en Filosofía

Recepción de documentos hasta el 13 de mayo de 2016

Informes: Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

Dirección: Juan de Palafox y Mendoza 227 altos, Centro Histórico

Teléfono 229 55 00, ext.5409-101 y 5434 / [mfilbuap@gmail.com](mailto:mfilbuap@gmail.com)

### Doctorado en Filosofía Contemporánea

Recepción de documentos hasta el 13 de mayo de 2016

Informes: Dr. Ángel Xolocotzi Yáñez (coordinador del doctorado).

Teléfono 2 29 55 00 ext. 5434 / [mfilbuap@gmail.com](mailto:mfilbuap@gmail.com)

### El Instituto de Ciencias invita a su ciclo de Seminarios de Ciencia del Suelo Hoy: Avances y Perspectivas

Todos los jueves: 7,14 y 21 de mayo 2016

Aula del Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas

Informes: 2 29 55 00 ext. 7350

[gladys.linares@correo.buap.mx](mailto:gladys.linares@correo.buap.mx) / [www.icuap.buap.mx](http://www.icuap.buap.mx)

### El Jardín Botánico invita al Primer Taller Internacional: Manejo Integrado de Suelos y Agricultura

Del 16 al 20 de mayo de 2016 de 9:00 a 15:00 horas

Jardín Botánico Ciudad Universitaria

Informes: Dr. Jesús Ruiz Careaga

Teléfono 2 29 55 00, ext. 7352 / [ajcareaga@gmail.com](mailto:ajcareaga@gmail.com)

### La escuela de Biología invita al Taller de Plantas Exóticas

Del 30 de mayo al 1 de junio 2016, de 10:00 a 14:00 horas.

Informes: 2 29 55 00 ext. 7074 / [maria.navarro@correo.buap.mx](mailto:maria.navarro@correo.buap.mx)

### El Centro de investigación en ciencias microbiológicas ICUAP invita al Simposio de modelos microbianos de importancia para la salud, investigación básica y biotecnología

Los días 2 y 3 de junio 2016

Lugar: Unidad de Seminarios de Ciudad Universitaria

Informes e Inscripciones: Dr. Candelario Vázquez Cruz

Teléfono 2 29 55 00 ext. 2536

[ecobacilos@yahoo.com](mailto:ecobacilos@yahoo.com) / [simposio\\_internacional@yahoo.com](mailto:simposio_internacional@yahoo.com)

### Diplomado en desarrollo de Competencias para la Investigación Tercera edición Modalidad a Distancia

Registro abierto hasta el 3 de junio de 2016

Duración: del 20 de junio al 3 de diciembre de 2016

Informes: 2295500, ext. 7900 / [linda.sanchez@correo.buap.mx](mailto:linda.sanchez@correo.buap.mx)

### 15° Temporada 2016 "Suspiros que unen" de la Compañía de Danza Contemporánea del CCU

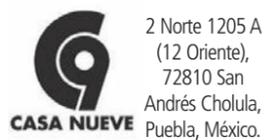
Funciones: 27 de mayo, 3 y 17 de junio, 1 y 8 de julio 2016.

19:00 horas / Teatro del CCU / Entrada libre

### Tercer Congreso Internacional de Matemáticas y sus Aplicaciones

Del 5 a 9 de Septiembre 2016 / Entrada gratis

Informes: 229 55 00 ext. 7552 y en la página web: [www.fcm.buap.mx](http://www.fcm.buap.mx)



### Rutas en Casa Nueve

Conferencias para todo público  
6 de mayo / Mapeando el láser / Carlos Treviño / 18:30 horas

### Baños de ciencia y Lectura en Casa Nueve

Talleres para niños de 6 a 12 años

7 de mayo / Mapeando el láser

Capítulos estudiantiles de Divulgación OSA / SPIE-INAOE / 11a 13 horas

### Baños de ciencia y Lectura

con el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano

Centro Cultural Casa de la Magnolia, Ciudad Serdán, Puebla.

Talleres para niños de 6 a 12 años / 7 de mayo / Mapas celestes

María de la Luz Ramírez Patiño / 11-13 horas

### Tránsito de Mercurio

9 de mayo / 10-14 horas

Observación del Tránsito de Mercurio en las instalaciones del INAOE

### Universo de los mapas en Casa del Puente Conferencia

para todo público / 13 de mayo / Mapas

de la vida / Constantino Villar Salazar, Tania

Saldaña Rivermar (Tras las huellas de la naturaleza) / 18:30 horas



### Casa del Puente

5 de Mayo # 607,  
Centro Histórico,  
entre 6 y 8 Poniente,  
frente a Baños Tláloc,  
San Pedro Cholula

### Baños de Ciencia y Lectura en la Casa del Puente

Talleres para niños de 6 a 12

años / 14 de mayo / Mapas de la vida

Constantino Villar Salazar, Tania Saldaña

Rivermar (Tras las huellas de la naturaleza) /

11 -13 horas

### Feria de Ciencias en Córdoba

16 al 20 de mayo / Talleres y conferencia

### Baños de Ciencia en el museo de Córdoba

21 de mayo / Robots y mapas / Daniel Mocencahua / 11 a 13 horas

### Baños de Ciencia en la Casa de la Ciencia de Atlixco

Talleres para niños de 6 a 12 años

3 poniente 1102 Col. Centro. Atlixco, Puebla.

28 de mayo / Mapas de Luz / Juana Medina / 11 -13 horas

Nada en biología tiene sentido,  
excepto a la luz de la evolución.



Teodosio Dobzhansky · Genetista (1900 – 1975)

Épsilon Jaime Cid

**INAOE**  
**PREPARÁNDOTE PARA EL FUTURO**

CONACYT INAOE

**CONVOCATORIA ABIERTA 2016 POSGRADOS**  
Maestrías y Doctorados en Ciencias  
Áreas: Astrofísica, Óptica, Electrónica, Ciencias Computacionales y Ciencia y Tecnología del Espacio

**CIERRE DE CONVOCATORIA**  
Maestrías: 30 de abril  
Doctorados: 30 de junio  
Inicio de clases: 15 de agosto

¡Te estamos esperando!  
¡Todos nuestros posgrados participan en el programa de Becas CONACYT!

Para mayores informes visita [posgrados.inaoep.mx](http://posgrados.inaoep.mx)

Contáctanos  
Teléfono: (222) 247 27 42  
[admisiones@inaoep.mx](mailto:admisiones@inaoep.mx)