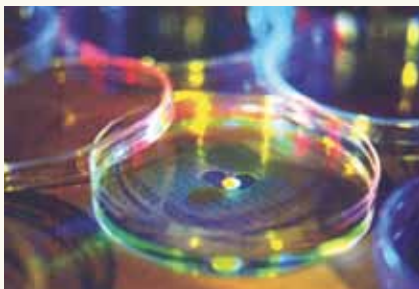




## ■ Cincuenta años del láser

## ■ Sophie





- **3** Editorial
- **4** Reportaje  
**Nuevos usos para viejos fármacos**  
Yassir Zárate Méndez
- **6** Asómate a la ciencia  
**El universo de los insectos**  
Sandra Vázquez Quiroz
- **8** Reporte especial  
**Sophie**  
Patricia de la Peña Sobarzo
- **10** Historia de la ciencia  
**50 años del láser**  
Yassir Zárate Méndez

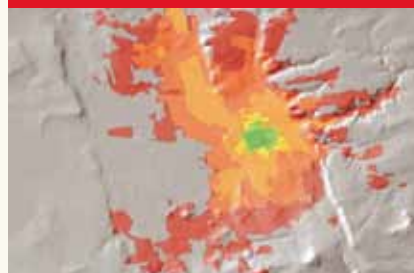
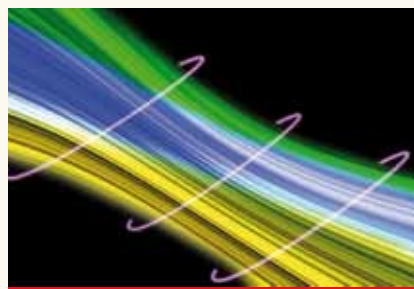
Escienci@ **12 •**  
**Prevención de desastres**  
José Antonio Alonso García

Perfiles **14 •**  
**Jaime Urrutia:**  
**Pasión por las ciencias de la Tierra**  
Norma Guevara Philippe

A ver si puedes  
Alejandro Illanes

Reseñas **15 •**  
**Manos a la obra.**  
**La ciencia en la escuela primaria**  
Sandra Vázquez Quiroz

**El Faro** Avisa



## UNAM

Dr. José Narro Robles  
**Rector**

Dr. Sergio Alcocer Martínez de Castro  
**Secretario General**

Mtro. Juan José Pérez Castañeda  
**Secretario Administrativo**

Dr. Carlos Arámburo de la Hoz  
**Coordinador de la Investigación Científica**

**El faro, la luz de la ciencia**

Patricia de la Peña Sobarzo  
**Directora**

Yassir Zárate Méndez  
**Supervisor editorial**

Sandra Vázquez Quiroz, Norma Guevara Philippe, Óscar Peralta Rosales, Víctor Manuel Hernández Correa, José Antonio Alonso García y Alicia Ortiz Rivera

**Colaboradores**

Paola Andrea Moreno Franco  
**Diseño gráfico y formación**

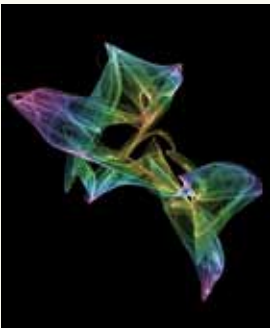
*El faro, la luz de la ciencia*, es una publicación mensual (con excepción de los meses de julio-agosto) de la Coordinación de la Investigación Científica.

Oficina: Coordinación de la Investigación Científica, Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, 04510 México, D.F., teléfono 5550 8834, boletin@cic-ctic.unam.mx  
Certificado de reserva de derechos al uso exclusivo del título no. 04-2008-061314571900-102.

Impresión: Reproducciones Fotomecánicas, S.A. de C.V., Democracias 116, Col. San Miguel Amantla, Azcapotzalco, C.P. 02700, México, D.F.  
Tiraje: 5 200 ejemplares.

Distribución: Coordinación de la Investigación Científica.  
1o piso, Ciudad Universitaria.

**Prohibida la reproducción parcial o total del contenido, por cualquier medio impreso o electrónico sin la previa autorización.**

**Nuestra portada**

La figura muestra una aplicación artística de lo que se puede lograr con la tecnología láser.

# Noveno aniversario

En abril de 2001 apareció el primer número del boletín **El faro** con notas relativas a las actividades efectuadas en el Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM. El boletín representaba el esfuerzo de la Coordinación de la Investigación Científica por difundir sus actividades dentro de la comunidad universitaria, así como en algunos puntos allende la universidad.


La publicación tuvo una buena aceptación entre los jóvenes universitarios y pronto comenzaron a enviar mensajes electrónicos solicitando números atrasados; pero la existencia del boletín no era segura debido a los recortes en el presupuesto que la UNAM ha sufrido en el tiempo. Sin embargo, los responsables del proyecto apoyaron la continuidad de la publicación y ahora cumple su año nueve.

La divulgación del conocimiento es una parte fundamental de las universidades. Todas o casi todas tienen boletines donde publican parte del saber que guardan o producen, pero muy pocas son de índole científica y no es de extrañar que la UNAM tenga más de una especializada en los avances científicos universitarios y una de ellas gratuita, como es **El faro**.

De esta manera, la UNAM refrenda su compromiso social de llevar su conocimiento más allá de sus aulas. Y también cabe recordar que las uni-

versidades públicas generan más de 70 por ciento de la producción científica del país y que la Universidad Autónoma Metropolitana, el Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Nacional Autónoma de México producen la mitad de la investigación científica de México. Es decir, en estas instituciones está la innovación y las propuestas que requiere la sociedad para superar las crisis de confianza y credibilidad que tiene en otras instituciones.

Divulgar el conocimiento científico tampoco es una tarea sencilla y en este número de aniversario **El faro** presenta un reportaje sobre el proyecto Sophie que tiene la UNAM para hacer llegar la ciencia a las nuevas generaciones, con la esperanza de que ellas le den el lugar que realmente merece la actividad científica en México.

El universo científico es vasto y puede abarcar desde niveles bioquímicos que describen las actividades de fármacos en el organismo, así como narrar el mundo diminuto de los insectos, las aplicaciones del láser y al mismo tiempo detallar la trayectoria de científicos reconocidos y describir nuevas áreas del conocimiento humano. Este número del boletín contiene estos temas y los describe en detalle. Feliz noveno aniversario a los lectores de **El faro** y la divulgación científica de México. 

# Nuevos usos para viejos fármacos

Yassir Zárate Méndez

**A finales de 2009, el doctor Jorge Morales Montor, quien está adscrito al Instituto de Investigaciones Biomédicas, recibió el Premio Ciudad Capital: Heberto Castillo, otorgado por el Gobierno del Distrito Federal.**

El reconocimiento al investigador universitario destaca una serie de aportaciones efectuadas por él y su equipo de colaboradores. Una de esas líneas es la del empleo de "viejos fármacos para usos nuevos", como detalló en entrevista para *El faro*.

## Desarrollo de aplicaciones de la ciencia

Los científicos que se inclinan por las aplicaciones de la ciencia comienzan con un estudio básico que, con el tiempo, revela una utilidad insospechada, apunta el doctor Jorge Morales Montor, al abundar sobre los alcances de su trabajo de investigación.

Este principio se aplica en un terreno muy singular: el de la farmacéutica, como destaca nuestro entrevistado, quien añade que con frecuencia las medicinas producen efectos benéficos no previstos en su origen.

Dicha posibilidad es la que el equipo de Morales Montor ha aprovechado para desarrollar sus investigaciones. En concreto, han descubierto que algunos medicamentos usados originalmente para mitigar el cáncer pueden ser empleados para combatir enfermedades parasitarias.

El también académico afirma que los principios activos de algunas medicinas empleadas en tratamientos oncológicos han demostrado ser exitosas para atacar y destruir organismos como la tenia y los cisticercos. Esta nueva perspectiva podría significar ahorros para las empresas que se dedican al desarrollo y producción de fármacos.

"Cada año las compañías farmacéuticas invierten millones de dólares en el desarrollo de nuevos fármacos y vacunas; sin embargo, las posibilidades de utilizar el mismo fármaco para diferentes usos son diversas", refiere el doctor Morales.

En esta línea, afirma que en su equipo se enfocan a probar drogas que tienen efectos anti-proliferativos bien

definidos; estos fármacos se han examinado en pruebas tanto *in vivo* como *in vitro*, para encontrar su posible aplicación en el combate de padecimientos como cisticercosis, amebiasis, triquinosis y toxoplasmosis.

En caso de que sus pesquisas tengan éxito, podría concluirse que tal vez el fármaco que están probando para tratar diversas infecciones parasitarias se asocia a mecanismos de inhibición hormonal de la respuesta inmunitaria, a los efectos antiproliferativos directos sobre el parásito, o tal vez a la mezcla de ambas, lo que conduciría a la aplicación de nuevos tratamientos a partir de sustancias curativas ya conocidas.

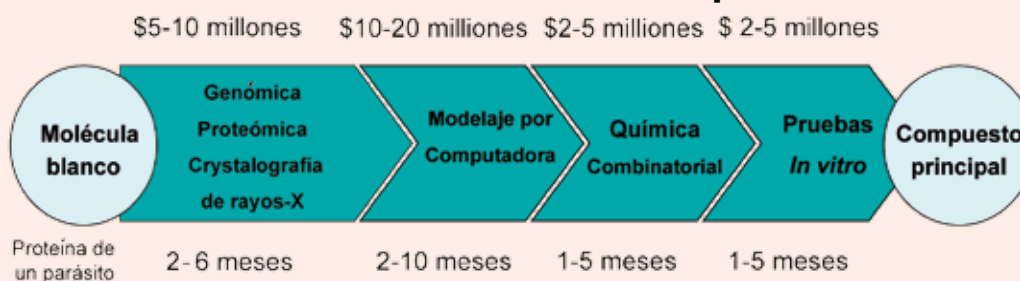
## Cuando el tiempo apremia

Morales Montor sostiene que la humanidad se ha valido de variadas sustancias para resolver distintas afecciones. Y es que la farmacopea es uno de los saberes más antiguos, incluso anterior a la constitución de núcleos urbanos y de sociedades con un sólido tejido social y político. Ricas tradiciones como la egipcia, la china o la mesoamericana dan cuenta de este conocimiento, que siempre ha buscado aliviar los padecimientos de la gente.

En la actualidad, el avance de las ciencias médicas ha incorporado nuevas herramientas, entre las que destaca la aportación del estudio del genoma, que abre infinitas posibilidades de sanación, como la medicina genómica. Pero todo este esfuerzo científico requiere de importantes inyecciones de capital y de tiempo de investigación, como hace ver el doctor Morales.

Ante esta posibilidad de exploración científica, Morales Montor, junto con su grupo de trabajo, se ha dado a la tarea de identificar posibles usos agregados de medicamentos ya diseñados valiéndose de análogos hormonales y antihormonas.

## El descubrimiento de fármacos antiparasitarios

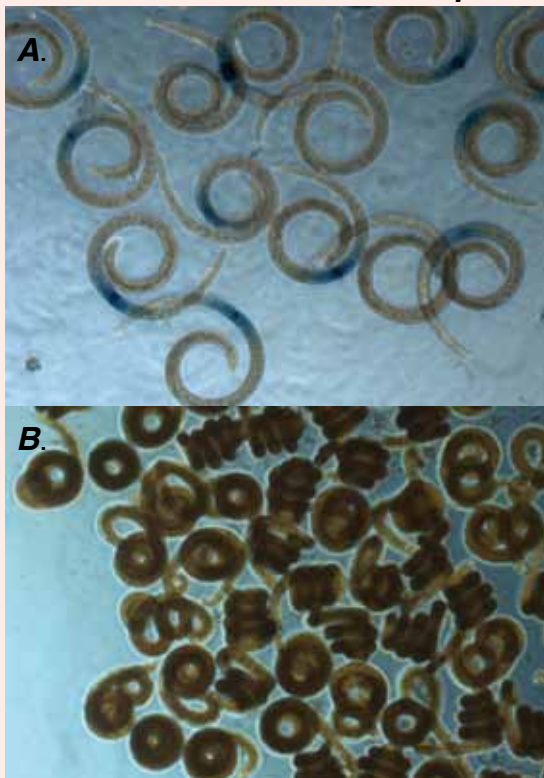


El costo regular de la producción de un fármaco puede llegar a tener un costo de entre 30 y 40 millones de dólares

“Hemos tratado de encontrar cómo actúan los compuestos fisiológicos y las hormonas en su papel de moduladores. La meta ya no es obtener fármacos tradicionales, sino análogos hormonales que regulen la respuesta inmune específica a los parásitos o al parásito directamente, y no afecten al hospedero”, señala el investigador.

Así, destaca que con su equipo ha planteado la posibilidad de utilizar medicamentos conocidos con diversos usos en clínica y que se han ido renovando con nuevas y más potentes fórmulas, para probar su posible capacidad antiparasitaria en diversos modelos de infección, tanto en animales de experimentación, como *in vitro*.

### Larvas musculares de *Trichinella spiralis*



A. Larvas de la *Trichinella spiralis* antes del efecto del Tamoxifeno.  
B. Las mismas larvas bajo el efecto del Tamoxifeno.  
El Tamoxifeno es utilizado para controlar el cáncer estrogendependiente.



Efecto en cultivo del medicamento RU-486 (usado en la clínica reproductiva humana) sobre la salida de la solitaria (*Taenia solium*) de su quiste. La foto de la izquierda es un gusano normal mientras que la de la derecha está tratada con el medicamento antes mencionado.

### El camino para diseñar medicinas

Como se indicó líneas arriba, una de las industrias más poderosas del mundo es la farmacéutica. Anualmente, se generan miles de millones de dólares por la distribución y comercialización de medicinas.

El doctor Morales Montor apunta que la necesidad de los países, en particular los del llamado Tercer Mundo, de contar con nuevos métodos de control y eliminación de diversas infecciones parasitarias, ha estimulado el empleo de fármacos que ya han sido probados en humanos, de los que se conoce las dosis y los esquemas de aplicación, pero que han sido usados para combatir otras afecciones, como el ya referido cáncer, y que ahora se pretende reorientar hacia una nueva lucha por la salud de las personas.

Estos medicamentos se encuentran accesibles en la industria farmacéutica, para utilizarlos en el combate de infecciones parasitarias. De esta manera, asevera el investigador, se reducen los costos y el tiempo en el cual se desarrolla una nueva droga antiparasitaria.

Para este fin, afirma, “los modelos animales de infección son poderosos sistemas para probar y descubrir nuevos fármacos. Lo ideal es que el mismo pueda probarse *in vitro*, para demostrar su capacidad de matar o inhibir el crecimiento del parásito. Esta ventaja nos llevará a descubrir los mecanismos moleculares por los cuales determinado medicamento afecta al parásito, con daño mínimo o inexistente al organismo que lo hospeda”.

No obstante, Morales reconoce que a pesar de los avances registrados en el campo de la parasitología, en particular en el estudio de la relación huésped-parásito, todavía existen varias preguntas por contestar: “nuestro estudio también busca completar el cuadro biológico de la interacción del parásito con su huésped y entender plenamente la interacción inmuno-endocrinológica en las confrontaciones complicadas huésped-parásito”.

### Necesidad de relacionar a todos los sistemas

En esta nueva dinámica, el doctor Morales Montor destaca la necesidad de manejar una “perspectiva de red” a la hora de encarar una problemática como la parasitosis.

Esto implica que los médicos y especialistas deben asumir que hay una conexión “neuro-inmuno-endócrina”, es decir, que una enfermedad de esta naturaleza necesariamente va a afectar a otros sistemas de los seres vivos que los padecen.

A manera de ejemplo, destaca que su equipo ha identificado una relación entre una infección parasitaria y el trastorno de los patrones de sueño o alteraciones en la conducta sexual.

“Hay cosas que jamás se relacionaron con enfermedades parasitarias, pero ahora está saliendo a la luz que hay vínculos entre estas afecciones y otras enfermedades que presenten los pacientes”, sostiene el académico, quien afirma que los sistemas del cuerpo siempre están comunicándose, por lo que se requiere una perspectiva global para entender y atender estos males. De ahí la necesidad de estudiar a fondo las interacciones que se dan entre los distintos sistemas.

En su conjunto, parte de las investigaciones del doctor Jorge Morales Montor apuntan hacia una manera diferente y novedosa de enfocar un problema de salud, utilizando instrumentos que ya se encuentran al alcance de nuestra mano; se trata de una nueva forma de usar lo conocido.

# El universo de los insectos

Sandra Vázquez Quiroz

**¿Sabías que ocho de cada diez animales son insectos? Todos juegan un papel importante para sus ecosistemas. Se les puede encontrar desde el trópico hasta los polos; en el aire, encima y por debajo de la tierra y sobre el agua, a excepción del medio marino, que muy pocas especies han logrado colonizar.**

Para saber más sobre el universo de los insectos, *El faro* conversó con la doctora Julieta Ramos Elorduy, entomóloga del Instituto de Biología, quien apunta que es difícil saber con exactitud la cantidad de insectos que hay en el planeta, ya que es casi imposible cuantificarlos. Explica que las clasificaciones se hacen por región y especie; por ejemplo, en Estados Unidos y el norte de México hay un promedio de 2,613 clases de garrapatas, ácaros, chinches y cerca de 10,300 especies de escarabajos, por citar sólo algunos casos.

Los insectos pueden dividirse en útiles y dañinos respecto a la actividad humana. Entre los primeros encontramos a la abeja productora de miel, mientras que las mariposas ayudan a la polinización de algunas plantas. En contraste, algunos son parásitos, como el piojo y las chinches que se alimentan de la sangre de las personas, en tanto que la hormiga marabunta es un ejemplo de lo peligroso que pueden ser en plaga, ya que son capaces de devorar a un caballo vivo.

Sin embargo, la doctora Ramos Elorduy enfoca sus investigaciones en los insectos que pueden funcionar como una alternativa para curar algunas enfermedades y otros más que pueden servir de alimento.

## Insectos como apoyo medicinal

La entomología o estudio de los insectos tiene sus raíces en casi todas las culturas desde tiempos prehistóricos, mayormente con la aparición de la agricultura. Existen datos de que el uso de los insectos iba desde las culturas prehispánicas, hasta las asiáticas y otras sociedades del mundo antiguo. Por ejemplo, hay registros del siglo XVI antes de Cristo como el papiro Ebers, un tratado médico

de Sahagún, en 1521, se da cuenta del uso que los insectos ya tenían desde entonces como alimento. En él se describen hasta 96 especies comestibles de diversos tipos, tanto en el Valle de México como en sus alrededores.

En México es frecuente que en comunidades que carecen de centros de salud, la gente recurra a hierbas o insectos como una alternativa medicinal, acompañados de ciertos ritos, que en muchos casos se han transmitido

por generaciones. En estados como Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Michoacán, Yucatán, Veracruz, Tabasco y Querétaro, se reportan con mayor frecuencia este tipo de prácticas.

La investigadora explica que los insectos, al ser consumidores primarios de plantas y animales, consiguen extraer de éstos sus principios activos o sustancias como metabolitos secundarios o proteínas, lo que hace que contengan un enorme potencial curativo dentro de sí, logrando aliviar enfermedades respiratorias, renales, hepáticas, estomacales, intestinales, parasitarias, bronquiales, dermatológicas y oftalmológicas.

A manera de ejemplo, la investigadora indica que el chapulín es utilizado para aliviar afecciones del riñón. El remedio consiste en hervir en agua tres patas del animal, con lo que se obtiene una infusión, que al ser ingerida funciona como diurético o desinflamante.



La mantis religiosa *M. religiosa* (Linneo 1758) es originaria del sur de Europa, también se encuentra en algunas regiones de Estados Unidos.

egipcio en donde ya se encuentra un listado de remedios obtenidos de algunos insectos y arañas, mientras que en China, desde hace 3,000 años el gusano de la seda ya se utilizaba para múltiples funciones.

En el caso de México, en el Códice Florentino escrito por fray Bernardino



Mantis religiosa y escarabajo.

La investigadora apunta que a través de métodos químicos –como la cromatografía de gases– se logra extraer los compuestos bioquímicos de los insectos, aunque en la mayoría de los casos los utilizados para uso medicinal se ingieren vivos o se exponen al Sol para reducirlos a polvo.

Entre los insectos útiles para el alivio de diversos padecimientos destacan las larvas de mosca, los grillos, algunas cucarachas, abejas, chapulines, escarabajos y jumiles, entre otros.

La doctora Ramos destaca que no todos los insectos extraen sus compuestos activos de las plantas o de sus presas: “algunos nacen con ciertas características genéticas que les proporcionan propiedades curativas”.

Tal es el caso de la *Lytta vesicatoria*, conocida como mosca española, que contiene dos sustancias: la luciferina y la luciferasa, las cuales posibilitan la generación de luz, por lo que en medicina se emplean para iluminar el lente dentro de un endoscopio y realizar intervenciones quirúrgicas, entre ellas del corazón.

El uso farmacológico de los principios activos pertenecientes a insectos aún es un campo inexplorado, apunta la investigadora, ya que sólo se cuenta con escasos compuestos dentro de la industria alopática y homeopática. Agrega que una reconocida empresa farmacéutica descubrió que las hormigas chicatanas (*Atta cephalotes*, Linneo, 1758), que también son comestibles, contienen en sus glándulas mandibulares sustancias antibióticas, que ya los antiguos mayas utilizaban para cerrar heridas.

**Tabla: Digestibilidad proteínica de algunos insectos comestibles de México.**

| Insecto            | Proteína total (%) | Digestibilidad proteínica (%) | *     |
|--------------------|--------------------|-------------------------------|-------|
| Gusano del nopal   | 45.83              | 98.93                         | 60.64 |
| Axayácatl          | 63.21              | 98.02                         | 61.21 |
| Gusano del madroño | 50.88              | 93.51                         | 64.16 |
| Escamol            | 67.00              | 93.92                         | 67.17 |
| Chicatanas         | 58.30              | 87.61                         | 68.40 |
| Chapulines         | 62.93              | 85.63                         | 70.06 |
| Jumiles            | 70.30              | 77.86                         | 77.05 |

\* Cantidad en gramos necesarios para satisfacer el requerimiento de proteínas por día. Tomado de Ramos-Elorduy, J. y J. M. Pino Moreno, 1981. Digestibilidad *in vitro* de algunos Insectos Comestibles en México. *Fol. Ent. Mex.* 49: 141-154.




La imagen de arriba muestra la “Celebración de una comida”. Códice Florentino, lib III. La imagen de abajo “Un encuentro con el escarabajo ‘pinauiztli’” Códice Florentino, libro 11, reprografía de Marco Antonio Pacheco. Revista *Arqueología mexicana* (edición electrónica).

### Un apetitoso menú de insectos

La doctora Julieta Ramos subraya que el consumo de insectos constituye no sólo una opción para su uso medicinal, sino también una alternativa gastronómica, ya que sorprendentemente algunos insectos contienen igual número

de proteínas que la carne de pollo o res, e incluso vitaminas y minerales que no están contenidos en la carne y que generalmente las encontramos sólo en las verduras (ver tabla).

Tras varios años de investigación, la especialista ha documentado que en México se consumen cerca de 504 especies diferentes de insectos, repartidas en 13 órdenes, entre las que destacan las siguientes: chinches (Hemiptera), hormigas (Hymenoptera), larvas de mariposa (Lepidoptera), escarabajos (Coleoptera) y larvas de mosquito (Diptera); añade que alrededor del mundo se consume una gran variedad de insectos, en una cifra cercana a las 1,681 especies de muchos órdenes.

La doctora Julieta Ramos afirma que a medida que se cierre la brecha del desconocimiento sobre los beneficios que ofrecen los insectos, éstos podrán formar parte de la cotidianidad empleándose como una alternativa medicinal y gastronómica. 



Existen alrededor de 3,500 especies de hormigas.



En México se consume cerca de 504 especies diferentes de insectos.



# SOPHIE

Patricia de la Peña Sobarzo

**La enseñanza amena de la ciencia es uno de los principales retos que enfrenta el sistema educativo del país. Una alternativa la constituye el programa Sophie, diseñado para atraer a niños de educación básica al conocimiento científico.**

Desarrollar la inteligencia y la creatividad a través de la enseñanza de la filosofía de la ciencia, entendida ésta como el despertar de la curiosidad científica, particularmente en los niños, es el objetivo del programa Sophie, diseñado y aplicado por el doctor Ulises Mora Álvarez, del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA), campus Juriquilla.

### La ciencia a través del juego

A través de juegos, actividades y experimentos se trata de crear un entorno en donde los niños se sientan estimulados a explorar, enseñándoles una forma de preguntar y responder desde el punto de vista científico.

La idea es presentarles objetos o fenómenos del mundo que les rodea, a fin de que formulen hipótesis que deberán ser probadas a través de la experimentación o verificadas por la investigación documental. Así, los estudiantes poco a poco se apropián de conceptos científicos y de técnicas operativas, que además de introducirlos en la ciencia, les permite reforzar su expresión oral y escrita.

El Proyecto Sophie nace en septiembre de 2003 con el propósito de estimular la creatividad y curiosidad de alumnos inscritos en planteles de educación básica de la ciudad de Querétaro, mediante una serie de experimentos en cuatro áreas básicas: física, química, biología y matemáticas.

El doctor Mora Álvarez explica que los talleres tienen nombres que resultan atractivos para los niños. De este modo, el de física se denomina *Harry Potter*; el de química, *Mago Merlin*; el de biología, *Bichos*, como la famosa película; y el de matemáticas, *Acertijos*. Con este atractivo, los niños saben que van a explorar un mundo tal vez un poco complicado, pero que lo harán de una forma lúdica, estimulante y llamativa.



### La maravilla de la cotidianidad

El investigador agrega que la idea de este proyecto surgió a partir de una invitación que él recibió para dar clases de física y química en una secundaria. “Lo que hice fue preguntarme a mí mismo cómo iba a dar la clase y enseñar”.

Y añade que hoy en día resulta difícil sorprender a los niños, por el entorno tecnificado en el que están creciendo, familiarizados con series, efectos especiales, juegos de computadoras; por ello, la idea de Sophie es que aprendan a trabajar con materiales comunes, como palillos, argollas, plastilina, globos, pero haciendo que estos objetos adquieran una dimensión única y sorprendente, con los que se puede obtener experiencias insólitas.

Veamos un ejemplo. Se toma un vaso rígido de cristal o de plástico transparente y se llena de agua hasta el tope. Encima se le pone una tarjeta o un papel, cuidando que la boca del recipiente quede completamente cubierta. Con mucho cuidado se voltea el vaso y se quita la mano. Los

niños observan que no se cae el agua. Este es un experimento relativamente conocido y muy sencillo, pero al ver que el líquido no atraviesa el papel y permanece sin escurrir, los muchachos se sorprenden y se preguntan qué hay detrás de ese fenómeno. Ese cuestionamiento es el que sirve para seguir adelante en el taller.

Los seres humanos estamos programados para aprender a través de la imitación. De esta forma, si se le muestra el manejo creativo de un material a un niño, por ejemplo, el uso de gomitas y palillos para hacer estructuras tridimensionales, se le estimula la creatividad, mostrando cómo un material puede emplearse de una forma completamente innovadora para hacer algo que ya existía, como es el caso de una estructura. Porque, acota el investigador, “ellos pueden ir a la tienda y comprar un mecano, pero la idea es demostrarles que las gomitas y los palillos se pueden usar para hacer las mismas estructuras y sin tanto gasto. Y si logro modelar, entonces ellos lo comienzan a aprender”.



A lo largo de estos años de trabajo se ha visto que es muy importante tener materiales a la vista, porque a medida que avanza el taller, a los niños se les ocurre aplicarlos para solucionar algún problema o en la realización de una actividad diferente.

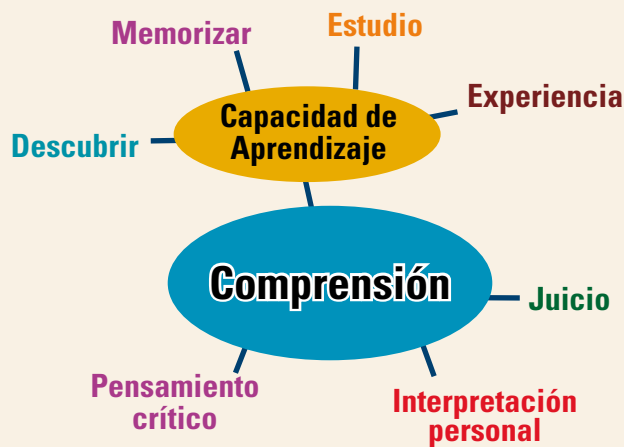
Algo curioso, comenta Mora Álvarez, “es que los niños pequeños no preguntan con palabras, sino mediante la acción”.

Los experimentos tienen por objetivo despertar el interés motivando la reflexión y las preguntas a las que se les da ya una explicación científica. Pero no se trata de darle a los infantes las respuestas, sino ofrecerles pautas para que ellos las encuentren. “Desde este punto de vista, el sistema es pedagógicamente constructivista”, acota el investigador.

### Científicos que enseñan ciencia

A la pregunta de si además de ser científico era pedagogo, explicó que no. Su área es la ingeniería bioquímica, con una maestría en ciencias de los alimentos y un reciente doctorado en ciencias químicas.

Sin embargo, aclara que la inspiración para Sophie surgió a partir de la obra del premio Nobel de Física 1992, el físico polaco-francés Georges Charpak, *La main à la pâte*, (Manos a la obra), publicada en 1996 y basada en las enseñanzas de Pierre



Interpretación gráfica del concepto de comprensión.

Léna, Yves Quéré y la Academia de Ciencias de Francia, a fin de renovar la enseñanza de la ciencia y la tecnología en las escuelas primarias de aquel país.

Ahí se inspiró Mora Álvarez para desarrollar sus talleres. “Los niños o jóvenes tienen que vivir el concepto científico y eso se hace mediante un experimento, lo que da pauta para la reflexión. Esto a fin de generar más preguntas y hacer investigación, que básicamente para un niño consiste en leer y buscar información”.

Finalmente, al pequeño se le pide que aplique el concepto aprendido en una actividad ligeramente diferente a como se le enseñó y de esa manera se ve si el concepto realmente ha sido comprendido. La habilidad de entender se evidencia mediante la creatividad y la inteligencia de actos; la comprensión también se manifiesta cuando se aplica el conocimiento.

Desde su inicio, el proyecto ha atendido aproximadamente a 1,300 niños, que tienen entre cinco y doce años, en la modalidad abierta en el Centro Educativo y Cultural Manuel Gómez Morín; también se usa en modalidad escolarizada en colegios privados de

la ciudad de Querétaro, desde maternal hasta secundaria.

### En busca de nuevos talentos

El doctor Mora Álvarez dice a *El faro* que en septiembre de este año se espera iniciar una nueva etapa de Sophie. Se trata del desarrollo de un programa para talentos académicos que incorporará niños de educación básica que sean sobresalientes en el aspecto escolar. La selección será de acuerdo al desempeño que muestren en exámenes y pruebas de coeficiente intelectual. La idea es que dure al menos 5 años para poder evaluar su impacto. La meta es la de ayudar a niños con talentos excepcionales a desarrollar todo su potencial.

Además de los cuatro talleres que se imparten, la nueva opción del programa incorporará 2 módulos más: uno de lenguaje o dominio del español, desarrollado conjuntamente entre un académico de la Real Academia de la Lengua Española y un escritor de la localidad especializado en enseñanza del idioma; además, se implantará un módulo de ética, desarrollado con el doctor Frans Limpens, de la Unesco. Este último será impartido a través de la acción en juegos, con la expectativa de que los equipos infantiles cooperen entre sí y vean que este elemento es esencial para alcanzar resultados.

Uno de los objetivos del doctor Mora es extender el programa a todo el estado, haciendo uso de tecnologías de la información y de educación a distancia para que sin desarraigar y desplazar a los niños, puedan tener acceso desde su localidad.

“Lo innovador de nuestro proyecto es que no somos pedagogos tratando de enseñar ciencia. Somos científicos tratando de enseñar ciencia, que es diferente”, concluye el investigador.

*Sophie está registrado ante la UNESCO como programa oficial de la Universidad Nacional Autónoma de México. Para mayor información, se puede visitar la página electrónica: <http://sophie.fata.unam.mx/>*



# Cincuenta años del láser

Yassir Zárate Méndez

**La palabra láser es un acrónimo, es decir, se trata de una palabra compuesta con la primera letra de una serie de términos ordenados en una frase. *Laser* se formó a partir de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, que traducido al castellano significa Amplificación de Luz Mediante Emisión Estimulada de Radiación.**

Como muchos otros dispositivos, el láser tiene su origen en las teorías de Albert Einstein. En este caso, la base que permitió el desarrollo de esta herramienta se encuentra en los estudios y predicciones del físico alemán, en torno al fenómeno de emisión de luz estimulada en los átomos.

De acuerdo con dicho postulado, establecido por Einstein en 1916, un átomo que recibe luz de la misma longitud de onda de la que puede emitir, es estimulado a proyectarla en ese mismo instante; el átomo se convierte en una suerte de espejo, aunque en lugar de reproducir una imagen, lo que hace es proyectar luz.

Y es que se sabe que al interior del átomo, los electrones despiden luz de manera espontánea, sin ningún estímulo externo, aunque el físico creador de la teoría de la relatividad anticipó la propuesta de estimular a los átomos para que emitieran luz en una longitud de onda determinada, a ningún científico se le ocurrió la idea de construir algún aparato basado en este fenómeno.

Fue hasta mediados del siglo XX cuando se diseñaron los primeros dispositivos apoyados en este postulado.

## Una solución en búsqueda de problemas para resolver

Algunos autores argumentan que el surgimiento del láser ocurrió por casualidad. Por ejemplo, el físico mexicano Daniel Malacara, en su libro *Óptica tradicional y moderna*, sostiene que el láser ha ampliado los horizontes de la óptica y que cuando se descubrió, se vio inmediatamente que era un instrumento con grandes posibilidades de aplicación.

Sin embargo, “como surgió por “accidente”, no originado por una necesidad, hubo que comenzar a buscar para qué era útil”, señala el autor. Un poco en broma, un poco en serio, Malacara señala que el láser es “una solución en búsqueda de problemas para resolver”.

A su vez, el doctor Vicente Aboites, en su libro *El láser*, sostiene que el desarrollo de este artefacto, como cualquier otro descubrimiento importante que se ha realizado, “fue posible gracias a los avances previamente logrados en otras disciplinas científicas”.

Esta idea es suscrita por el doctor Héctor Murrieta, quien es jefe del Departamento de Estado Sólido, del Instituto de Física, quien accedió a conversar con *El faro*, en torno a la importancia de los láseres, tema en el que ha desarrollado un amplio trabajo de investigación.

## Hagamos un poco de historia

Antes de entrar en detalles técnicos, hagamos un rápido recuento histórico. Al igual que otras invenciones de los siglos XIX y XX, como el cinematógrafo, la radio y la televisión, el láser tiene una paternidad compartida. O mejor dicho, fue el resultado de investigaciones acumuladas, como ya se ha referido.

Así, partiendo de las ideas de Einstein, el físico Alfred Kastler descubrió el método denominado bombeo óptico, que es fundamental para el desarrollo del láser. Esencialmente, a través de sus experimentos, Kastler consiguió subir el nivel energético de los átomos, con el propósito de que emitan luz de una forma coherente, a partir de

una estimulación. No olvidemos que la palabra láser significa la amplificación de luz, a través de emisión estimulada de radiación.

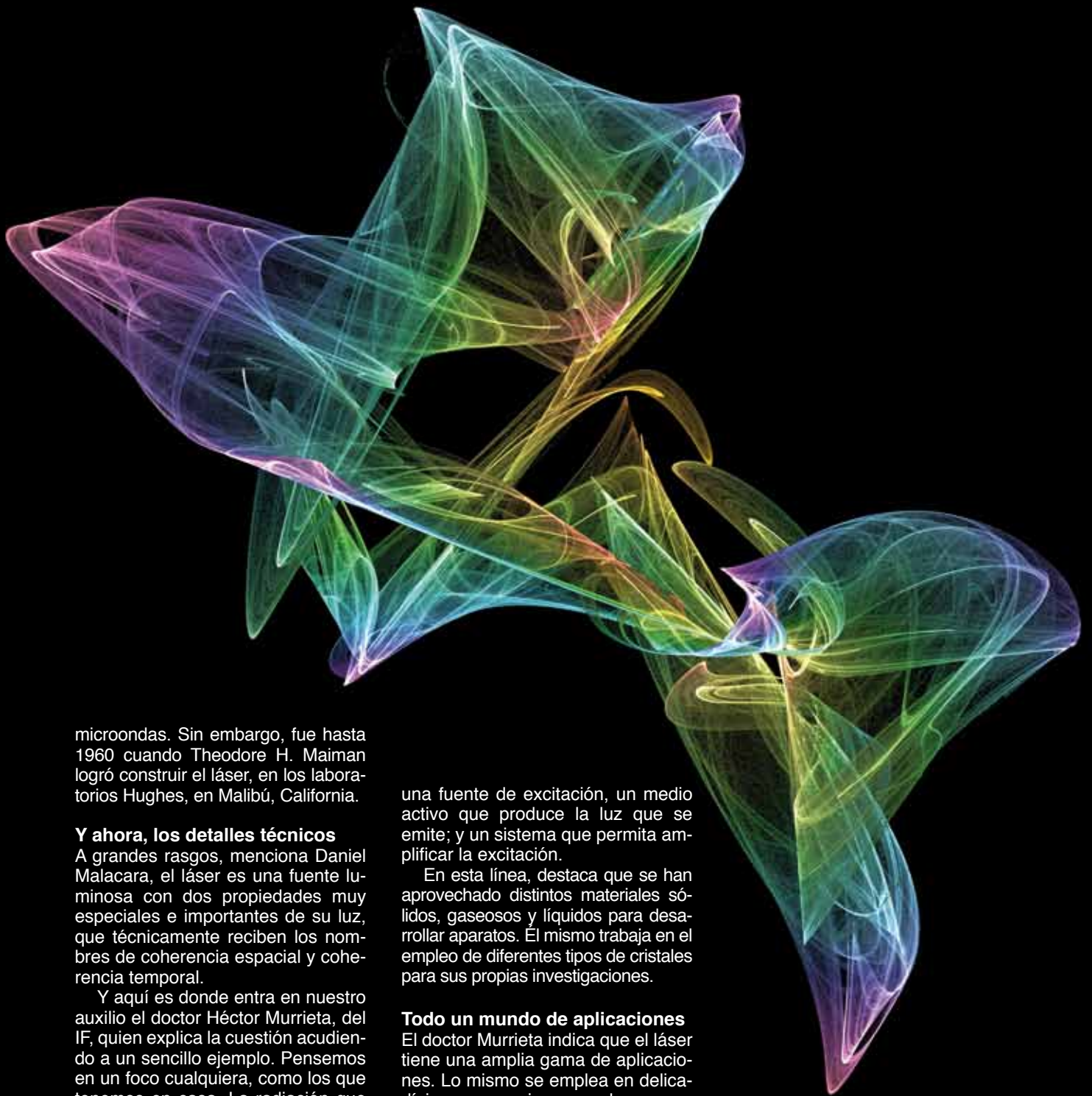
Nuestra siguiente parada histórica se remonta a la mañana del 26 de abril de 1951, en Washington D. C., la capital de los Estados Unidos, donde se efectuaba un congreso de científicos. Y nuestro personaje en cuestión es precisamente un físico: Charles Townes, quien desde hacía tiempo buscaba un método para generar ondas de radio de longitud del orden de milímetros, algo que no había conseguido hasta el momento.

Aquella mañana decidió salir a dar un paseo, y de acuerdo con su propio testimonio, sentado en una banca del Parque Franklin, concibió la idea para producir microondas usando el método de la emisión estimulada.

Esta revelación tuvo una importancia trascendental para el láser, como consigna el doctor Daniel Malacara. Tres años más tarde, en colaboración con James P. Gordon y Herbert Zeiger, Charles Townes diseñó un dispositivo que ampliaba microondas mediante emisión estimulada, aparato al que llamaron máser.

Curiosamente, en la Unión Soviética, otro equipo de científicos, encabezados por Nicolai Basov y Aleksandr Prohkorov obtuvieron resultados parecidos, en el Instituto Levedev de Moscú. Vale mencionar que Townes, Basov y Prohkorov fueron galardonados con el Premio Nobel en 1964 por sus investigaciones.

A partir de 1957, Townes, en compañía de Arthur Schowlow, planeó construir un artefacto parecido al máser, pero que emitiera luz en lugar de



microondas. Sin embargo, fue hasta 1960 cuando Theodore H. Maiman logró construir el láser, en los laboratorios Hughes, en Malibú, California.

### Y ahora, los detalles técnicos

A grandes rasgos, menciona Daniel Malacara, el láser es una fuente luminosa con dos propiedades muy especiales e importantes de su luz, que técnicamente reciben los nombres de coherencia espacial y coherencia temporal.

Y aquí es donde entra en nuestro auxilio el doctor Héctor Murrieta, del IF, quien explica la cuestión acudiendo a un sencillo ejemplo. Pensemos en un foco cualquiera, como los que tenemos en casa. La radiación que emite se realiza en tiempos y modos irregulares, casi aleatorios; en otras palabras, sin un orden.

En cambio, un láser emite luz a partir de una estimulación ordenada, que permite dirigir el haz lumínico, regular la potencia y el volumen de energía que se requiera, dependiendo de la aplicación que se le quiera dar.

El aparato creado por Maiman se apoyaba en un rubí. Al respecto, el doctor Murrieta explica que un láser funciona a partir de tres elementos:

una fuente de excitación, un medio activo que produce la luz que se emite; y un sistema que permita amplificar la excitación.

En esta línea, destaca que se han aprovechado distintos materiales sólidos, gaseosos y líquidos para desarrollar aparatos. Él mismo trabaja en el empleo de diferentes tipos de cristales para sus propias investigaciones.

### Todo un mundo de aplicaciones

El doctor Murrieta indica que el láser tiene una amplia gama de aplicaciones. Lo mismo se emplea en delicadísimas operaciones oculares, que para cortar barras de metal.

Se ha convertido en una herramienta valiosa en la industria, la investigación científica, la tecnología militar, la medicina, las comunicaciones y el arte. Así, se utiliza para taladrar diamantes, modelar máquinas y herramientas, recortar micro componentes electrónicos, cortar patrones de moda o sintetizar nuevos materiales. Otra aplicación se da en lectores de discos compactos. También se aplica en todo tipo de óptica como la espectroscopia.

En medicina, con su ayuda es posible cortar y cauterizar zonas de tejidos específicas en una fracción de segundo, sin dañar al tejido sano circundante. Igualmente, se emplea cotidianamente para reparar la retina, perforar el cráneo, curar lesiones, deshacer cálculos renales y cauterizar vasos sanguíneos.

Como se puede ver, su uso se ha extendido, con resultados benéficos y con un futuro promisorio. ■

# Prevención de desastres

José Antonio Alonso García

**¿Quién puede contra un terremoto? ¿Quién contra un tsunami? ¿Contra una inundación? ¿Y contra...? Nadie. Pero todos, juntos, podemos más y mejor contra las catástrofes.**

En los dos primeros meses de este año hubo muchos eventos de este tipo: terremoto en Haití (más de 230,000 muertos); gran terremoto y tsunami en Chile (8.8 en la escala de Richter; el de México de 1985 fue de 8.1); gran inundación de miles de viviendas con aguas negras en el municipio de Valle de Chalco. "Las aguas negras inundaron, como hace 10 años, las colonias Avándaro, San Isidro y El Triunfo del municipio de Valle de Chalco", informaba la prensa la primera semana de febrero.

"¿Qué propone la Universidad para cambiar esto?", le preguntamos al doctor Luis Miguel Mitre, investigador del Centro de Geociencias de la UNAM, campus Juriquilla, y experto en geología ambiental. "Tratamos de vincularnos con la sociedad", responde directa e inmediatamente. Y añade: "El ser humano no entiende que hay lugares adecuados para vivir y seguros para un desarrollo, y que también hay lugares que no deberían haber sido habitados tan intensamente".

El investigador se refiere, específicamente, a la zona centro de la República Mexicana, donde se registra una gran densidad de población, más de cincuenta millones de personas; en esta región también se localiza la mayoría de los volcanes que hay en el país, muchos de ellos activos, o potencialmente activos, y donde, además, se manifiesta prácticamente el total de los movimientos sísmicos que sacuden al territorio.

Este investigador es partidario de lo que personalmente denomina "sociogeología", es decir, no sólo unir a la sociedad y a los geólogos mediante la vinculación, sino también hermanar a la geología y a la sociología, a las ciencias duras con las ciencias sociales. El objetivo: que la ciencia también tenga un fin social.

A fin de evitar el estigma del "científico encerrado en su torre de cristal", con el que frecuentemente se acusa a los investigadores, el doctor Mitre afirma que desde que la UNAM está presente en Querétaro "la política ha sido colaborar con las instancias que se dedican a la parte ambiental y a riesgos, como es protección civil. Hemos establecido buenas relaciones con el gobierno estatal y los municipales, de modo que nos toman en cuenta para las cuestiones de planeación, riesgo y prevención de desastres".

## La naturaleza no causa desastres

Según Mitre, un sismo no es ningún desastre. "El hombre, cómodamente, ha elegido el término de desastre natural, pero no se trata de un desastre natural. La naturaleza no causa el desastre. Es el hombre el causante, porque vive donde no debe vivir, porque deforesta, porque impide el flujo del agua con basura", explica. Así es. Desde hace mucho tiempo se sabía, por ejemplo, que la capital de Haití, la ciudad de Puerto Príncipe, estaba asentada sobre una falla geológica, fuente de intensos movimientos sísmicos. ¿Y qué se hizo para evitar la catástrofe?

La naturaleza se manifiesta como siempre lo ha hecho: a través de los volcanes, de los terremotos y maremotos (tsunamis), de lluvias intensas, periodos de sequía... Y si a estos acontecimientos naturales le oponemos la imprudencia o ignorancia humanas, es entonces cuando se dan las catástrofes y los cataclismos.

El trabajo de la vinculación "es un poco difícil, pero no imposible" asevera Mitre. En Querétaro hay un Observatorio Urbano y la UNAM es un invitado permanente. "Cuando me toca intervenir, me siento privilegiado de que la plataforma que me da la universidad sea la ideal para decir las cosas



Documentos cartográficos para mostrar el crecimiento urbano en la zona centro sur de Querétaro y las modificaciones al drenaje natural.



Ubicación del sitio donde se encontraba el banco de material Papanoa, ocupado actualmente por talleres y una agencia automotriz

como son. A veces dicen que es fuego enemigo, pero yo digo que es más bien fuego amigo para tratar de despertar conciencias”, concluye.

Como producto de esa vinculación con la sociedad, Mitre y su equipo ganaron un proyecto de fondos mixtos del gobierno de Querétaro y Conacyt, para hacer “una especie de auditoría del manejo y disposición ambiental de residuos urbanos en el estado de Querétaro. Revisamos todos los municipios, todos los lugares oficiales, no oficiales, clandestinos, de la disposición de basura. Es una situación sin control, que no es diferente a lo que está sucediendo en todo México”, se lamenta.

“Es un problema serio, que tiene consecuencias a futuro por el grado de contaminación”. Y se pregunta a modo de ejemplo: ¿qué pasa en un consultorio médico al que acude un paciente, por ejemplo, con dolor de estómago? ¿Se va a poner a elucidar el médico que el enfermo tal vez haya bebido agua contaminada procedente de un pozo cercano a un basurero clandestino, o que tal vez comió verduras regadas con aguas contaminadas con desechos industriales? Finalmente, el médico le dirá al enfermo que probablemente haya sido el mole o las carnisas lo que le hizo daño”, concluye el investigador. Ahí es donde se necesita la sociogeología, hacer la así llamada ciencia útil y práctica, la que puede llevar a su casa el ciudadano común en forma de bienes o servicios.

### Conocimiento y respeto a la naturaleza

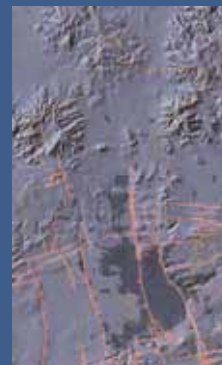
Desconocer la naturaleza cuesta muy caro. Mitre da como ejemplo el caso de un sitio del que se extrajo material de construcción para los edificios más emblemáticos de la capital queretana. Un banco de material aprovechado desde hace varios siglos. Con el tiempo se abandonó el lugar, notorio por el gran hueco que dejó la actividad extractiva, y se convirtió, parcialmente, en tiradero de basura. Agotado el espacio para recepción de desechos, se recubrió y preparó el terreno con fines comerciales. Una firma internacional de automóviles lo adquirió y construyó un edificio corporativo con estructura de acero. A los pocos meses de su inauguración, comenzó a moverse y a hundirse. “El ser humano no tiene memoria histórica”, concluye el investigador.

Otro caso notorio en la ciudad de Querétaro de desconocer o ignorar a la naturaleza fue el del CRIT (Centro de Rehabilitación Infantil Teletón). Al poco tiempo de inaugurado, comenzaron a aparecer grietas en las paredes y los

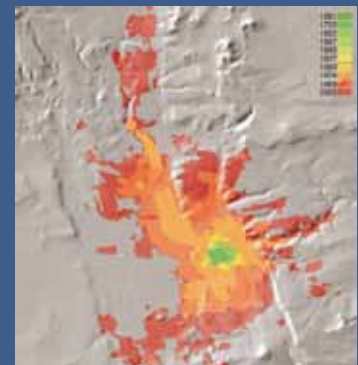
pisos. “Nosotros, sin haber sido tomados en cuenta, nos preguntamos, ¿por qué el CRIT hizo crack?”, comenta Mitre.

“Afortunadamente”, prosigue, “guardamos imágenes muy antiguas, fotografías aéreas. Y viendo fotos y mapas antiguos antes de la mancha urbana se identifica lo que había en el lugar. Ahí, por arriba de la estación de autobuses, discurría un pequeño arroyo que bajaba y definía su curso dando vueltas por aquí y por allá; pasaba a un lado de lo que actualmente es el estadio de futbol. Al construir el estadio Corregidora, con sus estacionamientos y vialidades, taparon ese pequeño cauce. Aquí en Querétaro realmente no llueve mucho. Pero 2003 fue uno de esos años que llovió, pero llovió. El agua del arroyo trató de reconocer su camino y, al bajar de esa loma, pasó por la central de autobuses, afectó la cimentación de la central y en su curso discurrió por debajo del CRIT. ¿Consecuencia? El CRIT hizo crack”, explica el científico.

Quien deforesta, puede morir arrastrado por corrientes de



Principales fallas geológicas (naranja) en la ZMCQ. (UNAM, INEGI, CQRN)



Crecimiento urbano de Querétaro, INEGI, CQRN

agua; el que tira basura, puede ahogarse en una inundación; quien construye mal y en un lugar inadecuado, puede quedar atrapado bajo los escombros de una casa. “Se nos está escapando no digamos ya el país, sino el planeta”, resume Luis Miguel Mitre con un gesto de entre enojo y decepción. Sin embargo, en cada uno de nosotros está el prevenir el desastre, porque todos juntos podemos más y mejor. □



Zona de inestabilidad de talud en el lado septentrional de La Cañada, afectando parcialmente a las instalaciones del Instituto de Artes y Oficios de Querétaro.

## Jaime Urrutia: pasión por las ciencias de la Tierra

Norma Guevara Philippe



Imagen de satélite de la península de Yucatán, México. Se aprecia la proyección en superficie (marcada por el rasgo semi-circular en el sector noroeste de la península) del cráter de Chicxulub. El impacto, que forma el cráter, ocurrido hace 65 millones de años marcó la repentina extinción de los dinosaurios.

La trayectoria de un universitario ejemplar ha sido reconocida con el Premio Nacional de Ciencias y Artes, en el área de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales. Se trata de Jaime Urrutia Fucugauchi, quien recibió de manos del presidente de la República, el pasado mes de diciembre, el máximo galardón que otorga el Estado mexicano a la comunidad científica del país.

Además, se confirmó que dirigirá un nuevo programa de perforación de 2 a 3 kilómetros en el cráter de Chicxulub, en el estado de Yucatán, causado tras la caída de un gran asteroide hace 65 millones de años.

Urrutia Fucugauchi es ingeniero geofísico experto en el estudio histórico del campo magnético de la Tierra

(paleomagnetismo), gran conocedor del clima terrestre en el pasado (paleoclima), además de pionero en la geo-exploración del cráter de Chicxulub, al que considera como un gran laboratorio natural y pieza clave para comprender las razones que originaron la extinción de más de 75% de las especies vegetales y animales marinos y terrestres, incluidos los dinosaurios.

Así, al doctor Urrutia no sólo se le ha reconocido su desempeño como científico mexicano a lo largo de tres décadas, sino también sus aportaciones en beneficio de la humanidad y del país en materia de ciencias de la Tierra. Como se recordará, también se desempeñó como presidente del Comité Nacional para el Año Internacional del Planeta Tierra (2007-2010).

Sobre el proyecto de perforación en el cráter de Chicxulub, el doctor Urrutia destacó en entrevista para *El faro* la importancia de analizar las rocas y el fondo marino de esa zona, ya que una parte del cráter está en tierra (de donde se han obtenido más de 5 mil metros de núcleos) y otra bajo las aguas del mar, justo donde ahora se estudiarán los sedimentos ubicados en las profundidades.

El también investigador del Instituto de Geofísica se pondrá a la cabeza de un grupo de 41 científicos de talla internacional que, con financiamiento del panel internacional Integrated Ocean Drilling Program (IODP), tratarán de revelar qué fue lo que realmente ocurrió en el Golfo de México y Chicxulub a fines del Cretácico.

Orgullosamente formado en la UNAM, el doctor Jaime Urrutia Fucugauchi está convencido que un país del tamaño de México debería pensar en grande y crear polos de desarrollo en ciencia y tecnología, además de abrir universidades en lugares estratégicos, como lo son algunas zonas petroleras del país, incluidas Veracruz, Tamaulipas, Tabasco y Campeche, entre otras, en donde haya cabida para un buen número de estudiantes y proliferen los especialistas en ciencias de la Tierra.

Jaime Urrutia es un investigador que ha afrontado importantes retos científicos, permitiéndole realizar grandes aportaciones al país y a la UNAM.

Con estas investigaciones, Urrutia Fucugauchi se consagra como un gran estudioso, distinguido universitario, apasionado de las ciencias de la Tierra y, sin duda, un referente importante de la ciencia mexicana del siglo XXI.

## A ver si puedes

Dr. Alejandro Illanes<sup>1</sup>

### RESPUESTA AL ANTERIOR

La suma es 15



Marco tiene que diseñar envases para leche que tengan 6 caras. Él pensó en un cubo o en un prisma cuadrangular, pero el dueño de la empresa quiere que los recipientes sean más originales. Le ha pedido a Marco que le diga todos los posibles envases que se pueden construir de 6 caras. Para simplificar el asunto, se consideran equivalentes todos los que tienen caras formadas por cuadriláteros, como ocurre con un cubo y una caja de zapatos.

Como otro ejemplo, diremos que también se consideran equivalentes todas las pirámides que tienen base pentagonal, aunque el pentágono de la base o los triángulos estén chuecos. ¿Cuántos recipientes no equivalentes se pueden formar?

A las primeras cinco personas que nos envíen la respuesta correcta a [boletin@cic-ctic.unam.mx](mailto:boletin@cic-ctic.unam.mx), les obsequiaremos publicaciones científicas.

<sup>1</sup>Instituto de Matemáticas, UNAM

Charpak, Georges. *Manos a la obra. Las ciencias en la escuela primaria*, Fondo de Cultura Económica, México, 2005.

Sandra Vázquez Quiroz



Para Georges Charpak, Premio Nobel de Física en 1992, el mundo de las ciencias naturales engloba no sólo a la biología animal y vegetal, sino a la física, la química, la astronomía, las matemáticas y la geología, asignaturas que deben aprender y experimentar los niños y niñas que asisten a escuelas de educación básica.

Lejos de ser sólo un manual pedagógico, el libro trata de sensibilizar a maestros y a padres de familia sobre la importancia de sembrar en los pequeños la necesidad de encontrar explicaciones lógicas, claras y razonables a las cosas que suceden a su alrededor. Sugiere traspasar el salón de clases, haciendo de la ciencia una tarea habitual en casa, ya que es en la vida cotidiana donde los infantes viven un cúmulo de situaciones y reciben un gran flujo de información, a la que en ocasiones ellos mismo deben dar coherencia.

*Manos a la obra* propone enseñar la ciencia de manera lúdica, pero al mismo tiempo con "rigor científico", con la realización de experimentos que llevan a un "verdadero pequeño conocimiento", como el saber por qué el agua hierve a 100° C y no a 150° C, por citar sólo un ejemplo.

Además, plantea que los pequeños reporten en un cuaderno de trabajo las impresiones, dudas y resultados que vayan teniendo, para que exista constancia de su trabajo y puedan compararlo con sus compañeros, con el fin de intercambiar resultados e interpretaciones.

Charpak apunta que aunque la ciencia tiene campos arduos que a veces imposibilitan al docente tener el conocimiento de todo, es importante que ahuyente el temor y los prejuicios que enfrenta la disciplina científica. El autor recomienda echar mano de libros, guías de divulgación e incluso de la opinión de otros colegas que pueden ayudar a impulsar la curiosidad y la capacidad de los pequeños a través de dinámicas prácticas y sencillas.

De este modo, sugiere que los alumnos recorten un mapa de África y América del Sur y dejar que ellos mismos busquen el ajuste original de ambas piezas; también invitarlos a cerrar un circuito con diferentes materiales para distinguir entre los que son buenos conductores de corriente y los que no lo son, entre decenas de ejemplos.

Más que pretender que todos los niños se conviertan en científicos, *Manos a la obra* intenta que desde etapas muy tempranas los niños y las niñas desarrollen su creatividad e inteligencia, pero sobre todo la búsqueda de respuestas razonadas y razonables ante diferentes hechos, con el propósito de convertirlos en mejores seres humanos. □

# Taller de Ciencia para Jóvenes

Junio 27 a Julio 3  
2010

El faro avisa



**El Centro de Geociencias de la UNAM convoca a los estudiantes de 16 a 17 años que estén terminando el segundo año del nivel medio superior, interesados en la actividad científica, a participar en el Taller de Ciencia para Jóvenes 2010.**

Consulta las bases en [www.geociencias.unam.mx](http://www.geociencias.unam.mx)

**NO tiene ningún costo para el estudiante aceptado**

Una semana de actividades diseñadas para fomentar el interés de los jóvenes por la investigación, el conocimiento científico y tecnológico, por la ecología y astronomía, entre otros temas.

**FECHA LÍMITE PARA SOLICITUDES  
VIERNES 7 de mayo del 2010**

**MAYORES INFORMES**



**Centro de Geociencias de la UNAM  
(442) 238-1104 ext. 177 con Lupita Hernández**

**Email: [cienciajuven@geociencias.unam.mx](mailto:cienciajuven@geociencias.unam.mx)**



100 UNAM



Taller de Ciencia para Jóvenes. Proyecto PAPIME PE103409. "Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza". Responsable del Proyecto: Dr. Juan Martín Gómez González



# X Taller de ciencia para jóvenes verano 2010



**Del 28 de junio al 5 de julio**  
**Ensenada, Baja California, México**

Explora el mundo de la ciencia con nosotros. Los científicos del CICESE, la UNAM y la UABC en Ensenada te invitamos a pasar una semana divertida experimentando cómo se hace la ciencia.

Te ofrecemos un Taller de Ciencia para Jóvenes, para trabajar en nuestras instalaciones y laboratorios interactuando con investigadores que quieren acercarte al mundo de la ciencia. Tus compañeros serán estudiantes motivados y con iniciativa como tú.

Si eres seleccionado, recibirás apoyo para tus gastos de viaje, hospedaje y alimentación. Las ganas de aprender y divertirse correrán por tu cuenta.

Requisitos para participar:

- Ser menor de 19 años
- Estar cursando el bachillerato
- Enviar tu solicitud, antes del 9 de mayo de 2010, la cual esta disponible en: [www.cicese.mx/tallerjovenes](http://www.cicese.mx/tallerjovenes)

Mayores informes:

- [www.cicese.mx/tallerjovenes](http://www.cicese.mx/tallerjovenes)
- [tallerjovenes@cicese.mx](mailto:tallerjovenes@cicese.mx)
- Tel: (646) 175-05-48 y 175-05-00 Ext. 25001

Organizadores:

Centro de Investigación Científica y de Educación superior de Ensenada, B.C.  
Universidad Nacional Autónoma de México: Centro de Nanociencias y  
Nanotecnología, y Observatorio Astronómico Nacional, Instituto de Astronomía  
Universidad Autónoma de Baja California

