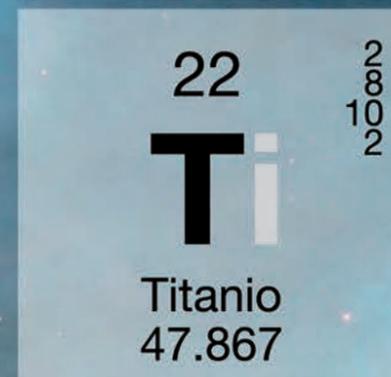
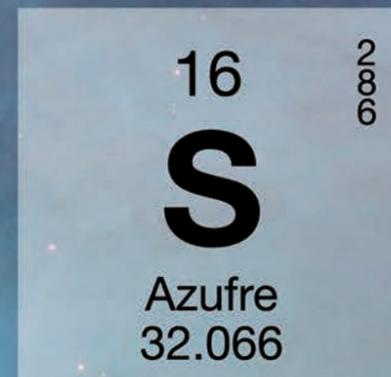
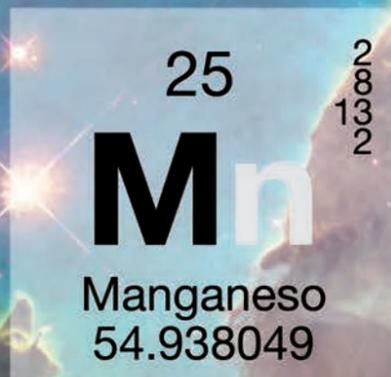


SABERE SIENCIAS

junio 2016 · número 52 año 5 · Suplemento mensual

 **La Jornada**
de Oriente



Química

Editorial

Tala metropolitana

Los móviles son múltiples, el resultado el mismo: hay una disminución permanente del área verde de la ciudad de Puebla. El crecimiento de los espacios comerciales, de servicios y habitacionales, además de las vialidades, han alterado la relación entre población y áreas verdes. Los servicios ambientales asociados a la vegetación son obvios: calidad del aire, regulación del clima y vientos, menor contaminación acústica y protección a la biodiversidad. Tan necesario es para la vida humana que la Organización Mundial de la Salud considera un mínimo de nueve metros cuadrados de áreas verdes por habitante y un óptimo entre 10 y 15 metros cuadrados por habitante.

En el invierno de 2009 Víctor Hugo de Gante y Maricela Rodríguez publicaron un artículo sobre áreas verdes en el municipio de Puebla y estimaron un promedio de 1.58 metros cuadrados por habitante en los años 90, y de 1.5 metros cuadrados en 2006 (Revista Elementos No. 76, diciembre 2009-febrero de 2010), menos de la quinta parte del mínimo recomendado. En 2015 el presidente municipal de Puebla declaraba que había duplicado la superficie de áreas verdes en dicho municipio; eran ya 306 hectáreas (1.9 metros cuadrados por habitante). La preservación de estos espacios no parece importarle a nadie, menos a los desarrolladores inmobiliarios, quienes simulan incendios, destruyen discrecionalmente la flora y agotan los pocos espacios arbolados de la ciudad. No se pretende que seamos como Curitiba o Nueva York, afamados por sus espacios verdes, pero al menos lo que la norma de salud indica: cinco veces la superficie actual.

Con dos tercios de la población que devenga menos de tres salarios mínimos es poco probable que sus viviendas tengan huertos, jardines y zonas arboladas. El rentismo de las inmobiliarias y su convivencia con las autoridades municipales garantizan una reglamentación laxa del suelo urbano, con mínimas responsabilidades sobre áreas verdes o preservación de las existentes. Las áreas verdes de los camellones han sido adoquinadas en algunos casos, en otras, usurpadas para ciclovías. Los par-

ques han sido encementados y se pretende convertirlos en plazas comerciales. No hay un compromiso sistemático ni una acción coherente del Poder Legislativo para aumentar áreas verdes de los municipios urbanos y mejorar de esa manera la calidad de los servicios ambientales y con ello coadyuvar a una mejor salud de los angeopolitanos.

El colmo de la barbarie fue la destrucción planificada de tres mil 100 árboles en lo que fuera Jardines de la Montaña —ahora Bosques del Pedregal— en la capital poblana para construir un fraccionamiento de 12 mil viviendas. El pretexto aducido fue la construcción de una vialidad, el leit motiv, un desarrollo inmobiliario promovido por un ex funcionario público. Este ecocidio es uno más de los que en esa zona han perpetrado los desarrolladores inmobiliarios para utilizar áreas protegidas y cambiar, por los hechos, el uso del suelo (La Jornada de Oriente, 26/05/16, página 3). Estas acciones son antagónicas a los Objetivos del Desarrollo Sostenible en cuanto al compromiso de acciones concertadas para la gestión de ciudades sustentables, la captura de carbono, disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y lograr un desarrollo de bajo impacto ambiental. Es conveniente discutir qué tipo de transporte público y privado utilizaremos, qué vialidades se priorizarán, cuáles serán las normas ambientales que regulen las emisiones de gases de efecto invernadero y el tipo de vivienda que estamos desarrollando.

Directorio

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
www.saberesyciencias.com.mx

AÑO V · No. 52 · junio 2016

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

Contenido

3 Presentación

Reacciones en el cerebro
RAÚL MÚJICA

4

El químico abandonado
AARÓN PÉREZ-BENÍTEZ

5

Hasta siempre, Harry...
MIGUEL A. MÉNDEZ ROJAS

6

La terapia fotodinámica,
una alternativa a los tratamientos tradicionales
TERESITA SPEZZIA MAZZOCCO,
JULIO CÉSAR RAMÍREZ SAN JUAN, RUBÉN RAMOS GARCÍA

7

La magia de los cristales
RAÚL MÚJICA

8 y 9

Química: ¿"Monopolio"
de la divulgación científica en Puebla?
RAÚL MÚJICA

10

Electrónica y Química
IGNACIO E. ZALDÍVAR HUERTA

11

Estudiar los asteroides
es mejor que en las películas
JOSÉ RAMÓN VALDÉS Y RAÚL MÚJICA

12

El origen de los elementos y un bólide
RAÚL MÚJICA

13 Homo sum

Votos volátiles
SERGIO CORTÉS SÁNCHEZ

14 Tekhne Iatriké

El químico, mejor conocido como médico
JOSÉ GABRIEL ÁVILA-RIVERA

15 Reseña (incompleta) de libros

La vida cotidiana de los Aztecas
en vísperas de la conquista
ALBERTO CORDERO

16 INAOE 45 años

El primer año de observaciones de HAWC
ALBERTO CARRAMIÑANA

17 Tras las huellas de la naturaleza

Un violín de cuidado
TANIA SALDAÑA RIVERMAR Y CONSTANTINO VILLAR SALAZAR
ILUSTRACIÓN: DIEGO TOMASINI / DIBUJO

18 Efemérides

Calendario astronómico junio 2016
JOSÉ RAMÓN VALDÉS

19 A ocho minutos luz

Las bestias de Planck:
las galaxias más brillantes del cielo milimétrico
ITZIAR ARETXAGA

20 Agenda
Épsilon

JAIME CID MONJARAZ

• Pilares de gas en la Nebulosa del Águila (M16). Imagen obtenida con el Telescopio Espacial Hubble conocida como los Pilares de la Creación en una región de formación estelar. Estas estructuras oscuras parecidas a pilares, son en realidad columnas de hidrógeno interestelar frío y de polvo, que sirven como incubadoras para nuevas estrellas.

Crédito: NASA, ESA, STScI, J. Hester y P. Scowen (Arizona State University)

Tus comentarios son importantes para nosotros, escríbenos a:

info@saberesyciencias.com.mx



Raúl Mújica

Reacciones en el cerebro

Hace ya un largo tiempo que no dedicábamos un número de SyC a la Química. Desde el número 2. Y aunque en varios números hemos incluido algunos textos sobre el tema, ya teníamos la presión de varios de nuestros colaboradores químicos por sacar otro número dedicado a esta disciplina.

Y pretexto no hacía falta, la Química está en todos lados. En lo que respiramos, tocamos o ingerimos. El agua pura, el oxígeno o el plomo son sustancias químicas individuales, mientras que la sangre, la gasolina, la leche, los autos, el mismo aire que nos rodea, son mezclas de productos químicos, y así podríamos encontrar miles de ejemplos.

Los átomos individuales se combinan para producir los productos químicos. Todo aquello formado de átomos puede ser llamado un producto químico. Incluso el cuerpo humano tiene su fórmula química. El 99.99% está formado por 15 elementos (C, O, H, N, Ca, P, K, S, Na, Cl, Mg, Fe), mientras que el remanente está compuesto de otros 39 elementos químicos, desde el Au hasta el U. Sin embargo, es sorprendente que el costo de todos estos componentes en un individuo de 70 kg sea de aproximadamente 25 mil pesos.

Sin embargo, así como a los astrónomos no les cae muy bien que se les confunda con astrólogos, a los químicos les molesta y preocupa la manera incorrecta en que se usa el término “químicos” en todo tipo de productos, tanto en medios de comunicación como en el lenguaje cotidiano, ya que difunde la idea, también incorrecta, de que los productos químicos son dañinos, y degenera la imagen de la Química.

Muchos afirman que detrás de las enfermedades modernas están los productos químicos artificiales adicionados a la comida. Seguramente hemos escuchado que “antes” la comida era mejor, que no había tantas enfermedades: “seguro se debe a tanto químico que le ponen a todo”, dicen. Sin embargo, la creencia y el uso en este tono, de estos términos y otros tantos mencionados, es más general de lo que le gustaría a los químicos. Esta idea es tan absurda como pensar que el desarrollo científico y tecnológico es también responsable de calamidades como contaminación, sobrepoblación, cambio climático, pobreza y demás.

S

Es importante darse a la tarea de explicar que toda la materia está hecha de átomos y moléculas, es decir, de sustancias químicas, simples o complejas, de tal manera que cuando alguien nos mencione que antes los alimentos no contenían tantos “químicos” y que por lo tanto eran más saludables, podamos mostrarles que su afirmación no tiene mucho sentido, ya que incluso el agua, como ya mencionamos, es una sustancia química.

Las propiedades de un producto químico son independientes de la manera en que se produce. No todo producto natural es bueno, como las toxinas o venenos, mientras que los medicamentos sintetizados en un laboratorio no son malos.

Para terminar estaba tentado a repetir parte de la presentación de aquel ya famoso número 2 de SYC, sobre la discusión permanente que tengo con mis amigos químicos sobre si la química o la física son mejores; luego de 50 números de SyC creo que es inútil, nunca entrarán en razón, y menos luego de ver el gran campo de acción de su disciplina, que tratamos de reflejar en los textos que componen este número.

Menos entrarán en razón cuando mencione que todos los autores involucrados en esta edición, y sus colaboradores, muestran un gran compromiso en investigación, docencia y divulgación, no solo de la Química, sino de la ciencia en general.

Lo cierto es que hay puntos comunes muy importantes entre la química y la astronomía, no solo debido a nuestros ancestros, astrólogos y los alquimistas, sino desde el origen del Universo, cuando se formaron los elementos más ligeros, y durante la evolución de las estrellas, dentro de las cuales se formaron todos los demás elementos.

Ahora, cuando mis amigos químicos me comentan que la sensación de enamoramiento es también, nada más y nada menos, que una cascada de reacciones químicas en nuestro cerebro, creo que no podré negar durante mucho más tiempo que la Química es una ciencia central. Esperamos que los textos generen este tipo de reacciones en el cerebro de nuestros lectores.☺

rmujica@inaoep.mx ✉

BAÑOS DE CIENCIA Y LECTURA EN CASA DE LA CIENCIA DE ATLIXCO

Taller de Ciencia y Lectura
para niños

25 / JUNIO

Mapeando a Don Goyo

María Yaqueline Romero Ochoa



Mayor Información:
Dirección de Divulgación y Comunicación
<http://www.inaoep.mx/>
difusion@inaoep.mx
Tel: 01(222) 266 31 00, Exts.7010-7017

Edad: 7 a 12 años
Horario: Sábado 11:00hrs
Lugar: Museo "Casa de la Ciencia"
3 Poniente 1102, Col. Centro



Aarón Pérez-Benítez

El químico abandonado

Con este título más de uno habrá pensado que hablaría de un químico abandonado por su mujer o su novia, pero más bien lo que me trae a escribir estas líneas es plantear una reflexión sobre lo que es la química, lo que hace un químico y cómo es que muchos químicos abandonan el trabajo experimental en química.

Con todo respeto para mis amigos "químicos teóricos" (que no es lo mismo que decir "en teoría químicos"), la química es una ciencia netamente experimental en la que el químico transforma, queriendo o sin querer, unas sustancias en otras.

Esta definición tan amplia y tan personal de la química nos mete a todos en el mismo costal... ¡Y sin embargo es cierta! Todo el tiempo vamos haciendo química. Cuando le ponemos gasolina al auto y lo encendemos estamos usando un reactor de cuatro tiempos que transforma el combustible en energía cinética y ésta hace que el auto se mueva. Cuando comemos y mezclamos alimentos en nuestro estómago hacemos química..., y cuando respiramos y caminamos y..., también estamos haciendo química. Y por supuesto los animales y las plantas también hacen química.

Como producto de nuestro metabolismo, a veces transformamos sustancias simples en complejas, y otras veces transformamos sustancias complejas en simples; todo ello casi siempre de manera inconsciente y automática, porque la evolución de las especies nos ha convertido en portentosas biomáquinas capaces de realizar funciones biológicas que nos mantienen en la cima de la cadena alimenticia. Pero hay otra forma de hacer química, una forma más racional y relativamente más dirigida a obtener compuestos químicos, que más tarde o más temprano nos servirán o nos perjudicarán, dependiendo del uso o del abuso que les demos.

Para hacer química "los químicos profesionales mexicanos" nos preparamos estudiando —al igual que muchos otros científicos—, durante 18 años (preescolar, primaria, secundaria, bachillerato y licenciatura), más otros seis (maestría y doctorado) o incluso uno o dos años más de posdoctorado: Cerca de 25 años de estudio o más.

Durante ese tiempo aprendemos las técnicas básicas para preparar (sintetizar y purificar) y reconocer (caracterizar) las propiedades físicas y químicas de los productos obtenidos, mediante equipos más o menos sofisticados. Al mismo tiempo recibimos una preparación para comunicar nuestros resultados en forma verbal y/o escrita a nuestros colegas y, en el mejor de los casos, también a gente no especializada en la química. Para ello asistimos a reuniones científicas y solicitamos la publicación de nuestro trabajo de investigación a revistas científicas.

Lograr una publicación no es tarea fácil para un investigador científico; un comité normalmente constituido de tres investigadores de alto nivel de todo el mundo se encarga de calificarlo: si es un trabajo que alcanza los estándares de calidad de una revista dada entonces será aceptado y si no, rechazado. A menudo hay una tercera opción que es la de solicitar al autor más trabajo de caracterización de su material, mayores explicaciones de sus resultados o incluso



• "Artefuego, 2014". Consultado el 27 de noviembre de 2015 en: <http://3.bp.blogspot.com/-ifCbtoiJUKU/UBGRqTajZ7I/AAAAAAAAAPU/w5zneZKhrU/s1600/aurora-6.jpg>

mejorar su lenguaje escrito, cuando éste no es su idioma nativo.

Al final todo su trabajo es tasado y en función de su productividad recibe un pago y otros estímulos económicos locales, estatales y/o federales; como por ejemplo, los otorgados por el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), una institución nacional que estimula el trabajo de nuestros científicos de primer nivel: ¡Para muchos químicos científicos y tecnólogos mexicanos (y para muchos estudiantes, incluso de licenciatura), ingresar al SNI es la gran meta a alcanzar!

¡Uff!, después de un tiempo para respirar y para entender lo que es el trabajo de investigación, el ciudadano de a pie muchas veces refuerza su opinión de que los científicos estamos locos... ¡Y algunos en verdad lo están o lo estamos! Habiendo planteado este panorama del trabajo de investigación vale la pena preguntar: ¿aparte de la compensación económica que un científico pudiera recibir, hay algo más que le estimule a hacer su trabajo de investigación?

La respuesta puede ser sencilla en muchos casos: Los científicos como cualquier mortal necesitamos del reconocimiento social, de la fama, del halago a nuestro trabajo; esperamos respeto por parte de nuestros compañeros y colegas e incluso, en sueños... ¡Un científico secretamente pretende trascender a esta vida terrenal!

Los químicos científicos, como otros científicos más, tenemos la gran ventaja de gozar nuestro trabajo de investigación. Eso hace que nuestra actividad profesional sea no sólo más llevadera, sino incluso más excitante que otros trabajos. Y sin embargo al mismo tiempo también es más estresante porque la investigación científica es una carrera mundial por ver quién hace primero un compuesto, quién lo aplica, quién lo hace más fácil y/o a menor costo: Una carrera mundial que se corre a veces a tuestas y a locas, en la que la contienda no es pareja, pues en otras partes del mundo hay centros de investigación con mucha más infraestructura y más

recursos financieros y con más facilidades políticas y sociales para investigar.

¡Buenos químicos científicos, buenas acciones!, buscando siempre sintetizar nuevos materiales que más tarde o más temprano se constituirán en un nuevo fármaco activo contra alguna enfermedad emergente o que tendrá aplicación en algún campo de la ciencia o de la técnica. Por supuesto que también hay químicos científicos malos o tramposos de los cuales es mejor no hablar —al menos por el momento.

Como se puede apreciar, el trabajo de un químico científico no es sencillo. Hay que presentar proyectos e informes y dirigir el trabajo de los estudiantes y discutir el trabajo con los colaboradores; evaluar proyectos, escribir libros y todo lo que más pueda y sus gustos e intereses le permitan. ¡Para allegarse de financiamiento para su trabajo de investigación, el químico científico debe presentar resultados muchas veces antes de recibir algún apoyo!

Y cuando ya tiene el apoyo y ya tiene la experiencia para investigar, entonces la parte de trabajo de administración, la de organización, la de difusión de sus resultados y la de dirección de su equipo de trabajo empieza a absorberlo tanto que poco a poco va dejando de meterse al laboratorio, de enfundarse su bata para echar a andar con sus propias manos una reacción química: ¡Qué lindo es ver cómo reacciona un compuesto con otros, cómo cambia de color, cómo precipita, cómo burbujea algún gas que se desprende o cómo cristaliza al evaporarse el disolvente!

En cierto punto de su carrera, el químico científico ya no mezcla, no calienta, no destila, no purifica, no calcula y no caracteriza por sí mismo sus productos. Se ha vuelto simplemente un proveedor de sus estudiantes y vive la química a través de ellos.

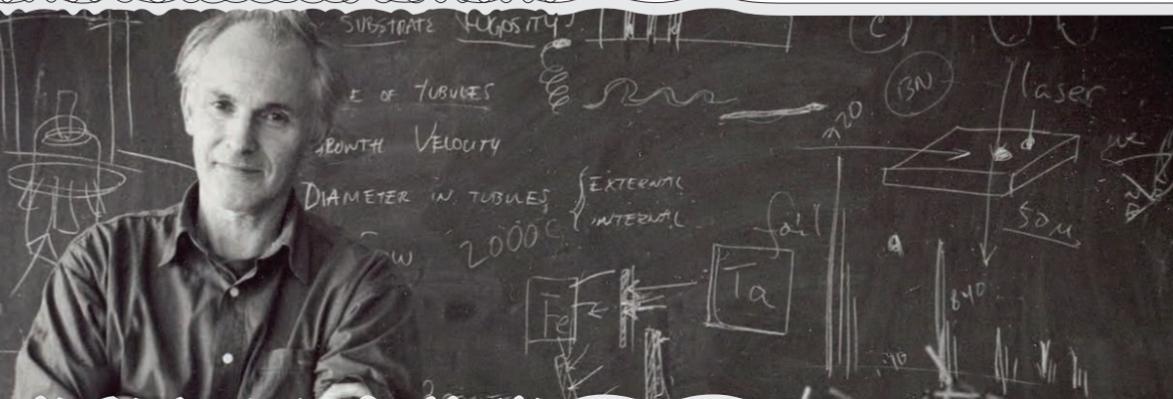
Así que esta vez, camino a casa, me pregunto: Química, ¿por qué me has abandonado? Y quizá desde el fondo de algún matraz, una sustancia maravillosa que está siendo obtenida por alguno de mis estudiantes, me estará reclamando: "Calla, químico en jefe, no he hecho tal cosa: si pasas mañana por el laboratorio te estaré esperando para decirte: No soy yo, más bien tú eres el que me tiene aquí abandonada".

Y con esta emoción llego a casa y antes de dormir me prometo: ¡Mañana llegaré temprano al trabajo y ya sea en el laboratorio o en la oficina, pondré aunque sea una reacción química de esas que ya me sé y que me salen tan bien: Pondré en la tostadora una pieza de pan tantas veces o tanto tiempo, que al quemarse el pan obtendré nanopartículas de carbono que alguna utilidad tendrán! ☺

Una nanopartícula es una porción de materia de diámetro comprendido entre 1 y 999 nm. Un nanómetro, $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m} = 0.000000001 \text{ m}$ (M. Quinten. "Optical Properties of Nanoparticle Systems: Mie and Beyond". Weinheim: Wiley-VCH, 2010).

Miguel A. Méndez Rojas

HASTA SIEMPRE, HARRY...



Dear Margaret,

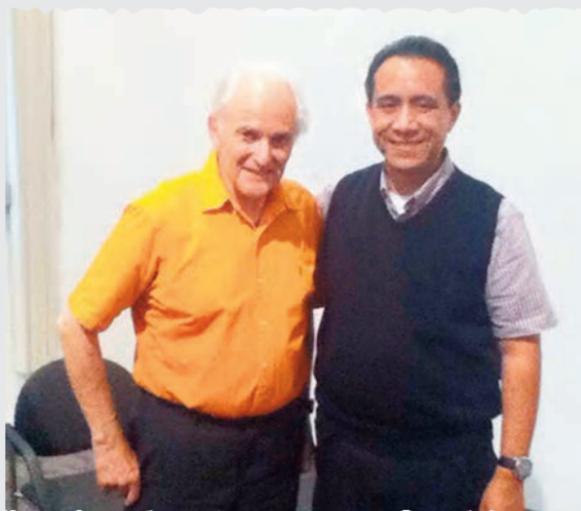
I feel deeply sad on the news of Harry departure.

I hope and you find peace and comfort in your heart soon.

God bless Harry, he will be missed, and his work and thoughts will be remembered by millions of students, colleagues and friends.

Regards. Miguel (Mayo 2, 2016)

Fue hace casi 10 años, en 2007, cuando recibí una invitación de un apreciado amigo y colega, Mauricio Terrones Maldonado, para asistir a una reunión en San Luis Potosí para platicar con el doctor Harold (Harry) Kroto, premio Nobel de Química 1996. Para mí sería una ocasión muy especial, pues ya con anterioridad había podido conocer en distintas ocasiones a sus otros dos colegas con quienes compartió el Premio Nobel por el descubrimiento del buckminsterfullereno, o C_{60} . El hoy tan conocido "fullereno" o "futboleno", por su semejanza geométrica a un balón de fútbol. En 1998 había conocido a Richard (Ricky) Smalley durante un congreso de la Sociedad Americana de Química en la ciudad de Dallas, Texas, en donde me sorprendió gratamente su habilidad para comunicarse con una audiencia de más de 500 personas en una conferencia de una hora, empleando solamente un acetato y un plumón. Muy brevemente, pues la fama siempre genera asedio, platicamos sobre su descubrimiento. *It was an amazing one*, me contestó con una sonrisa. Poco después, en 1999, Robert Curl visitó la Universidad donde estudié mi doctorado (Texas Christian University) para impartir un seminario e igualmente tuvimos una muy breve charla sobre su papel en la investigación sobre fullerenos. Dentro de mí, me sentí en ese momento como el niño que por fin completa un álbum de estampitas coleccionables. Lamentablemente no pude asistir por cuestiones personales, pero mantuve la esperanza que no sería la última vez de que el destino nos acercara.



Años más tarde, tuve el inmenso honor de luchar al lado de Harry en una pelea injusta, mediática y sumamente complicada, cuando la dirección del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) despidió sin una justificación creíble y válida a Mauricio Terrones y a su hermano Humberto, desintegrando con esa terrible acción a uno de los 10 grupos de investigación más productivos y vanguardistas en la Nanociencia y Nanotecnología en el mundo. Mientras Harry encabezaba una protesta internacional que se compartió públicamente en revistas como *Nature* y en distintos medios para exigir la reinstalación de los hermanos Terrones, varios colegas y un servidor hacíamos lo propio en el país, contactando a colegas de diversas instituciones para solicitar apoyo. Dos cosas aprendí en esta experiencia que se prolongó de 2009 al presente: 1) la comunidad científica no es tan impecable y santa como pensaba al inicio de mi carrera; 2) la gente honesta se mete en problemas cuando denuncia públicamente lo que está mal. Así les pasó a Mauricio y Humberto, y así ocurrió también con Harry quien fue desacreditado por numerosos "colegas" mexicanos que le pedían silencio y "no meterse en cosas que no entendía" (como también a mí me exigieron). Hoy Humberto es el *Rayleigh Endowed Chair Professor* en Rensselaer Polytechnique Institute, en Nueva York, mientras Mauricio trabaja en Penn State University y recientemente recibió un reconocimiento por sus importantes contribuciones a la ciencia. Dejaré al lector imaginar de qué lado está la razón y la justicia de este conflicto.

En 2010 contacté a Harry (y desde ese momento el diálogo continuó a través de Margaret, su esposa y *manager*), para invitarle a dar una charla en Puebla, en particular en la UDLAP. Su ocupada agenda de trabajo y visitas por todo el mundo, hacían complicado fijar una fecha próxima. Los correos y mensajes se multiplicaron

durante los siguientes años y luego, Harry y Margaret visitaron México en mayo de 2013, en específico la Universidad Iberoamericana y Mauricio me invitó a acompañarles a la conferencia que impartió. Muy afortunado fui de poder compartir, previo a la conferencia, una comida con Harry, Margaret, Mauricio y Felipe Cervantes Sodi (un exalumno de Mauricio, hoy profesor en la Ibero). Platicamos muy informalmente sobre su vida en Sussex, sus opiniones sobre la ciencia, la educación, el conflicto nunca arreglado en el IPICYT, el deporte, el arte, la religión. Fue una charla amena y muy interesante en donde Harry mostraba siempre un muy particular sentido del humor, muy humano y muy agudo, y una posición crítica sobre la importancia de hacer lo justo, de involucrarse en la búsqueda de soluciones a lo que no era correcto. Entendí mejor a la persona detrás del científico. Comprendí que un gran investigador no es solamente aquel que sacrifica su vida por la ciencia y se entierra en miles de publicaciones y resultados científicos, sino que un gran investigador es aquel que usa su mente y su influencia científica para opinar y proponer soluciones a los grandes problemas de la sociedad.

Y Harry estaba particularmente preocupado por el futuro de la humanidad e identificaba a la educación como una herramienta para conseguir el cambio necesario. Una salida para liberar a la gente de las muletas mentales y emocionales que le impiden a la sociedad avanzar. Ateo ferviente y de batalla, fue muy entretenido verle discutir en una institución de profundo pensamiento religioso (jesuita a fin de cuentas), sobre ciencia y religión, y a la vez fue muy reconfortante escuchar opiniones y puntos de vista respetuosos y tolerantes.

Cuando en 2015 casi teníamos arreglada su visita a Puebla, su salud empezó a deteriorarse rápidamente. Dejaron Florida, en donde se habían instalado después de que Sussex decidiera cerrar el Departamento de Química en que por décadas trabajó, y regresaron a Inglaterra (y a Sussex, donde irónicamente ya habían reabierto el Departamento de Química luego de una década), solo para ir consumiéndose lentamente de una enfermedad neurodegenerativa que lo postró en una silla de ruedas, pero que nunca minó su sonrisa y su agudo sentido del humor. Limitado físicamente, siguió compartiendo ideas y su energía hasta sus últimos días.

Como un niño que nunca dejaba de sorprenderse (en mayo de 2012, la publicación de la confirmación de la existencia de fullerenos en el espacio exterior y de los mecanismos que emplean éstos para capturar los átomos de carbono en nubes moleculares fue un descubrimiento que le llevó a afirmar que sospechaba que tal vez eran los fullerenos responsables del transporte del carbono en el Universo y, quizá, parte del origen del carbono en la Tierra que hoy forma parte de los organismos vivos, incluyéndonos a nosotros), Harry dejó de existir físicamente el 30 de abril de 2016. Sus átomos de carbono se reintegran ahora al Universo que los formó y sus ideas y pensamientos seguirán viviendo entre millones que tuvimos la oportunidad de escucharle, de ser tocados por su espíritu. ∞

Dear Miguel,

Thank you so much for taking the time to write to me and I am so sorry that we never managed to get to Puebla. Harry's health has been deteriorating for some time and this is why we returned to the UK sooner than planned. He always tried very hard to take on as much as he could but in the end he had to reduce his schedule. He showed a lot of courage in facing this very cruel disease and kept his sense of humor until the end.

I am missing him greatly.

*With many thanks for your comforting words,
Margaret (Mayo 5, 2016)*

miguela.mendez@udlap.mx ✉

Teresita Spezzia Mazzocco, Julio César Ramírez San Juan, Rubén Ramos García

La terapia fotodinámica, una alternativa a los tratamientos tradicionales

En el laboratorio de Biofotónica del Departamento de Óptica del INAOE se llevan a cabo experimentos en un área poco estudiada en México: la Terapia Fotodinámica (PDT). Se trata de una alternativa para el tratamiento de muchas enfermedades humanas y veterinarias. Tiene grandes ventajas, tales como costos menores, en muchos casos es más eficiente, carácter no invasivo y menores efectos secundarios en comparación con los tratamientos tradicionales.

La terapia fotodinámica es una técnica innovadora que lleva a la destrucción selectiva de células, a través de procesos biológicos activados por luz. La PDT requiere de un fotosensibilizador (PS), que por lo general es un colorante inocuo en ausencia de luz, que puede ser absorbido por las células o los microorganismos, una fuente de luz con una longitud de onda adecuada y la presencia de oxígeno en la célula (Fig. 1). El colorante absorbe la luz y se excita, de tal manera que puede interactuar con el oxígeno presente y producir compuestos de oxígeno muy reactivos, que son los causantes de la muerte celular. Los puntos decisivos para una PDT exitosa son: una apropiada oxigenación, buena distribución del PS y suficiente penetración de la luz.

La PDT se descubrió hace más de 100 años cuando Oskar Raab y Hermann von Tappeiner de la Universidad de Munich descubrieron que paramecios teñidos con naranja de acridina morían al ser expuestos a la luz. Además ellos probaron que la técnica era útil para tratar carcinoma de piel con PDT. Sin embargo, este descubrimiento permaneció olvidado durante muchos años. No fue hasta que en los 1970s algunos investigadores norteamericanos usaron derivados de la hematoporfirina como PS (obtenida de sangre seca después de tratamiento con ácido sulfúrico) combinada con luz roja para tratar con éxito cáncer de vejiga en animales y humanos. A partir de entonces, la PDT se ha consolidado como una terapia para la destrucción selectiva de células malignas y microorganismos patógenos.

Los PS utilizados para la PDT se pueden clasificar en cuatro grupos químicos: porfirinas, fenotiazinas, ftalocianinas y ácido aminolevulínico. Un PS efectivo típicamente debe tener las siguientes características: i) solubilidad en agua, ii) mínima toxicidad en oscuridad, iii) un bajo potencial mutagénico y iv) una alta estabilidad química. El primer PS aprobado por la Food and Drug Administration (FDA) de Estados Unidos fue el Photofrin (1990s), un derivado de la hematoporfirina de la sangre. Es importante mencionar que aunque hay un número significativo de compuestos que pueden actuar como PS, solo unos cuantos están aprobados para uso en humanos.

Dentro del cuerpo del paciente, los PS interactúan con diferentes células y organelos, dependiendo de varios factores, tales como la solubilidad del PS; los compuestos lipofílicos se unen mejor a las lipoproteínas (preferidas de células cancerosas), en cambio los compuestos hidrofílicos se unen mejor a proteínas como la albumina. La carga del compuesto también es importante, ya que los compuestos con carga positiva se acumulan mejor en mitocondrias, a diferencia de los compuestos con carga negativa que prefieren los lisosomas. Algunos compuestos pueden penetrar y localizarse en más de un sitio. La distribución del colorante

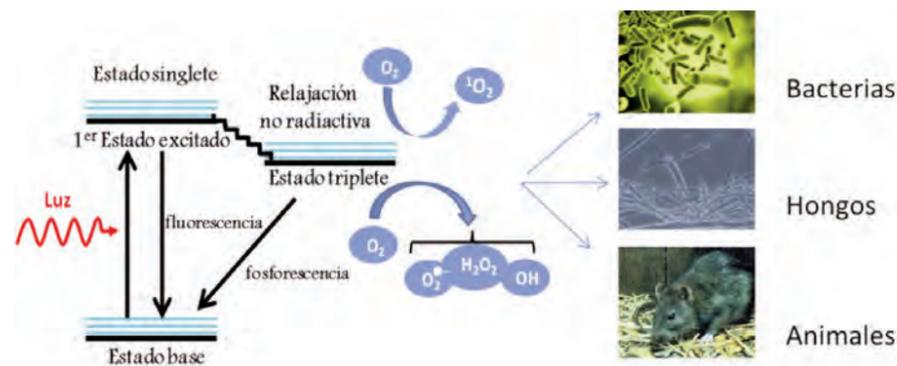


Figura 1. Representación esquemática del proceso fotoquímico de excitación del fotosensibilizador (PS).

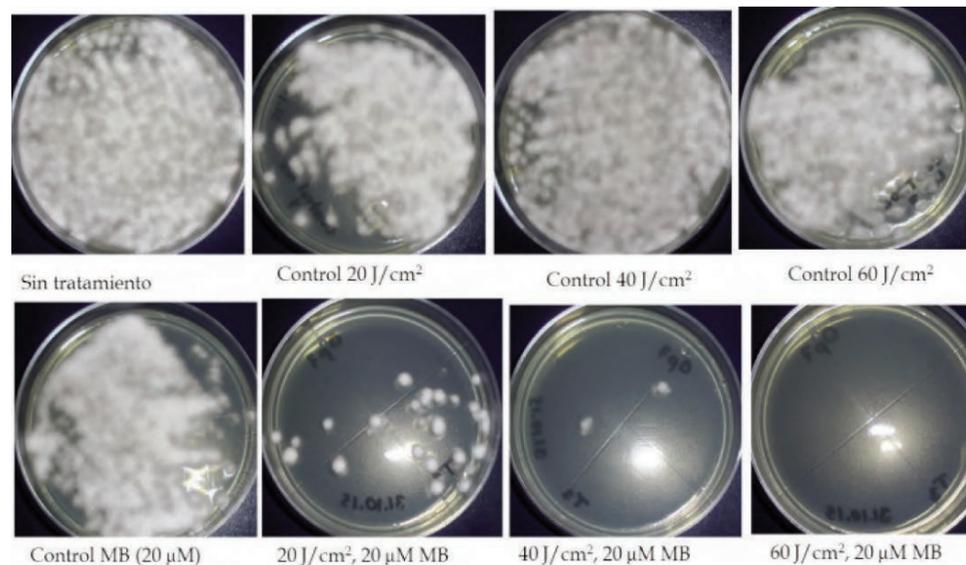


Figura 2. Resultados de la PDT en una cepa de *Microsporium canis* (un hongo dermatofito) creciendo en medio de cultivo con agar y dextrosa a los siete días de recibir el tratamiento. Puede observarse la evidente supresión de los hongos en las tres placas que fueron tratadas.

dentro de la célula es importante ya que dependiendo de la localización intracelular pueden desencadenarse procesos distintos de muerte celular. El efecto antitumoral o antimicrobiano de los agentes reactivos de oxígeno deriva de tres mecanismos: el efecto directo sobre las células, el daño a los vasos sanguíneos que están cerca, con la consecuente disminución en el suministro de nutrientes y la inducción de una fuerte reacción inflamatoria con la que se promueve una mejor respuesta inmunitaria del cuerpo contra las células malignas.

Actualmente la PDT ha sido aprobada para su aplicación en humanos en varios países, como Estados Unidos, Canadá, Brasil, Cuba, Europa en general, entre otros. La PDT ha sido probada exitosamente en numerosos tipos de cáncer como los de piel, esófago, estómago, cérvico-uterino y pulmón con efectos secundarios mucho menores que los producidos con la quimioterapia o la radioterapia. También se han probado para tratar infecciones microbianas dentales, contra diversos hongos, para curar el acné y el vitiligo.

Los primeros estudios realizados en el INAOE han sido con hongos dermatofitos, éstos infectan tanto a humanos como a animales y producen lesiones sobre la piel, el cabello o las uñas.

Con la PDT y utilizando azul de metileno como PS hemos logrado *in vitro* una importante disminución de la proliferación de los hongos en todos los tratamientos aplicados y en algunos casos la eliminación total (Fig. 2). Dada la accesibilidad de la técnica, actualmente estamos considerando estudios para células cancerígenas de diversos tipos y células microbianas causantes de distintas infecciones.

Finalmente, podemos decir que la PDT es un método que ha demostrado su eficiencia, con muy pocos o nulos efectos secundarios, accesible por su bajo costo y de fácil aplicación. Por otro lado, México es un país que cuenta con los recursos humanos especializados, así como laboratorios y material biológico que justifican la investigación en nuevas áreas biofotónicas relevantes para el desarrollo del país. ☺

teresitasm@hotmail.com, jgram@inaoep.mx, rgarcia@inaoep.mx ✉

más información

Baltazar L, Ray A, Santos D, Cisalpino P, Friedman A, Nosanchuk J. 2015. Antimicrobial photodynamic therapy: an effective alternative approach to control fungal infections. *Frontiers in Microbiology* 6(202).

Ormond A. B. and H. S. Freeman. 2013. Dye Sensitizers for Photodynamic Therapy. *Materials* 6:817-840; doi:10.3390/ma6030817.

Spezzia-Mazzocco T, Ramos-García R, Ramírez-San Juan J. C. La terapia fotodinámica en las infecciones fúngicas. En: *Temas Selectos de Microbiología Médica y Molecular*. Espinosa Taxis Alejandra Paula, Vázquez Cruz Candelario, Sánchez Alonso Patricia, Pérez Munive Clara, Germán Larriba Calle (Eds). 2015. Dirección de Fomento Editorial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. pp 41-46. ISBN 978-607-487-906-6.

Raúl Mújica

La magia de los cristales

¿Son mágicos los cristales? ¿Tienen propiedades curativas? Resulta que durante una charla con uno de los reconocidos cristalógrafos a nivel mundial, Juan Manuel García Ruiz, nos dijo que la respuesta es sí. Y nos puso dos ejemplos. Por arte de magia puede cambiar una situación cuando se regalan diamantes. Y claro que curan, pero no con los cuarzos, sino debido a las aplicaciones de la cristalografía en la biomedicina y en desarrollo de fármacos.

Hace dos años celebramos el Año Internacional de la Cristalografía. Un número de SABERE SIENCIAS estuvo dedicado al tema y actividades como la Noche de las Estrellas se unieron a la celebración. Mucha información se difundió ese año y hasta yo aprendí la importancia de los cristales, ya que son esenciales en la vida cotidiana. En nuestros huesos, en los aparatos electrónicos, en el maquillaje y hasta en la calidad del chocolate, los cristales son fundamentales. Y es mejor saber que no es lo mismo cristal que vidrio, el orden es muy importante.

El pasado mes de abril, el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE) y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) realizaron por primera ocasión, no solo en México, sino a nivel mundial, una Escuela Internacional sobre Cristalografía para las Ciencias del Espacio. Durante las dos semanas que duró, se reunieron 30 estudiantes de doctorado, así como posdoctorados de diferentes partes del mundo, quienes recibieron cursos sobre temas relacionados con los cristales en el espacio, impartidos por profesores expertos en estos temas.

Entre los profesores que participaron en el programa, además del ya mencionado Juan Manuel García Ruiz, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas del Laboratorio de Estudios Cristalográficos en Granada, España, hubo algunos muy destacados, como el Dr. Jorge Vago, de la Agencia Espacial Europea e investigador principal de la misión ExoMars, y el Dr. David Blake, de la NASA e investigador principal de la misión Curiosity que tiene como objetivo determinar si hubo condiciones de habitabilidad en Marte. Por parte de México, uno de los profesores fue el doctor Jaime Urrutia Fucugauchi, Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias, quien ha desarrollado estudios sobre el cráter de Chicxulub en Yucatán, causado por el impacto del meteorito que tuvo consecuencias funestas para los dinosaurios.

El objetivo de la escuela fue reunir a los astrónomos expertos en temas de Ciencias del Espacio y a los cristalógrafos para discutir y enseñar los diferentes métodos para analizar cristales, técnicas como la espectroscopía y la difracción en rayos X. Los participantes desarrollaron proyectos individuales y en equipo. Realizaron un viaje a las faldas del volcán Popocatepetl, donde recolectaron muestras de las piedras de la



Primer lugar. Roberto Romero de la Torre, Alejandro Peral Rivera y Andrés Ramos León. Asesor: profesora Rosalba Basurto Reyes, del Instituto Francisco Esqueda (preparatoria).



Segundo lugar. Enya Zetina Rosas, Luis Alfredo Precoma Cordero y Leonardo Axel Pérez Cruz, de la Preparatoria Urbana Enrique Cabrera Barroso BUAP. Asesor: Miguel Ángel Zenteno Flores.



Tercer lugar. Luisa Fernanda Márquez Catzalco, Luis Gabriel Sánchez Quintana y Óscar Francisco Herrera Rodríguez, del Instituto Inglaterra (secundaria). Asesor: profesor Gregorio Hernández Martínez.

región y las analizaron con equipo de la BUAP y de la UNAM.

Siempre se trata de que estas actividades, que son de gran impacto para especialistas, no se queden solo para ellos, así que, en el marco de la Escuela Internacional, se organizaron actividades para otros públicos y que resultaron muy exitosas. Dos conferencias para todo público se impartieron en espacios céntricos y se organizó un concurso de cristalización para escuelas secundarias y preparatorias. En todas hubo una gran participación.

Jorge Vago impartió la charla "ExoMars: buscando rastros de vida en el planeta Marte", en la Capilla del Arte de la Universidad de las Américas Puebla, y luego debió repetirla en la Universidad Iberoamericana ya que, por causas de seguridad, no todos los asistentes pudieron ingresar a la Capilla del Arte. La segunda se impartió en la Casa de la Aduana Vieja. El doctor Juan Manuel García Ruiz habló sobre los cristales gigantes de Naica.

Esta última charla se programó el mismo día de la evaluación final del concurso de cristalización en el que participaron 24 equipos formados por un profesor y tres estudiantes de secundaria y bachillerato. El profesor de Química o de Física debió asistir a una capacitación previa al Instituto de Física de la BUAP para poder guiar a los estudiantes durante el proceso de cristalización.

El propósito del concurso fue despertar el interés en los jóvenes por la cristalografía, por la experimentación y por la ciencia en general. Partiendo de la idea de que los cristales se encuentran en todas partes, incluso en la cocina, en forma de azúcar y sal, y que se pueden crecer fácilmente en alguna solución, por ejemplo, disolviendo una sal en agua y esperar a que el agua se enfríe o evapore, es que se dotó a cada equipo con un kit para desarrollar la técnica de crecimiento cristalino.

Durante la evaluación, los estudiantes mostraron los cristales resultado de su experimento, cada equipo presentó un póster describiendo el trabajo que llevaron a cabo en el laboratorio escolar y el cuaderno de anotaciones, la bitácora. Y no sólo eso, los alumnos explicaron oralmente su trabajo a los miembros del jurado: tres representantes del Comité Organizador de la Escuela/Taller Internacional, quienes valoraron los diferentes trabajos y emitieron su veredicto. Los ganadores aparecen en las fotografías.

En estas mismas fotografías podemos apreciar, aunque suene a título de enciclopedia, la magia del descubrimiento, la magia del conocimiento, la magia de los cristales. Ojalá se repita muchos años este concurso. Si es que los equipos organizadores BUAP e INAOE ya recuperaron el aliento y si los patrocinadores de los premios, como Celestron, se mantienen, desde luego. ☺

Raúl Mújica

Química: ¿"Monopolio" de la divulgación científica en Puebla?

Los químicos me causan envidia. De la buena, pero envidia al fin. Recopilando textos e información para este número de SABERE SIENCIAS dedicado a la Química, encuentro que tres involucrados en el proceso, amigos y colaboradores, han sido reconocidos por su labor en la Divulgación de la Ciencia. El doctor Miguel Ángel Méndez-Rojas, profesor-investigador de la UDLAP, recibió el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología en la categoría de Divulgación Científica y Tecnológica en 2013, mientras que el doctor Aarón Pérez Benítez lo obtuvo en 2010, y el doctor Enrique González Vergara obtuvo un reconocimiento por su labor de Divulgación

Científica por parte del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla, quien otorga los Premios Estatales, en 2007.

¿Cómo lo hacen? ¿Por qué lo hacen? ¿Es natural en los químicos? ¿Hay algún tipo de monopolio? Les hicimos un par de preguntas para averiguar un poco más sobre el tema. Hemos incluido una breve semblanza de estos tres divulgadores que, por si fuera poco, cuentan con una trayectoria destacada en la investigación.

rmujica@inaoep.mx ✉

Obtuvo la licenciatura en Química, con especialidad en Físicoquímica (*Summa Cum Laude*) por la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP) en 1997. Obtuvo el grado de doctorado en Química en la Texas Christian University (2001). Es Profesor Titular de Tiempo Completo en la UDLAP donde además fue director del Centro de Investigaciones Químico-Biológicas, jefe del Departamento de Ciencias Químico-Biológicas, coordinador del programa de Química y actualmente es coordinador del programa de Nanotecnología e Ingeniería Molecular. Su investigación está enfocada al estudio de la química de coordinación entre moléculas de interés farmacológico y biológico con metales de transición, metales pesados y nanomateriales, así también en la síntesis y caracterización de materiales con propiedades ópticas no-lineales (ONL), conductores orgánicos quinonoides, electrosíntesis directa de complejos de coordinación, el estudio teórico de moléculas exóticas y el diseño y preparación de nanomateriales para aplicaciones biomédicas. Participa y dirige distintos proyectos de divulgación científica y de enseñanza de las ciencias en niveles de secundaria, preparatoria y universitario. Ha impartido numerosas conferencias de divulgación científica. Es autor de más de 70 publicaciones científicas en revistas internacionales, 14 artículos de divulgación y educación, siete capítulos en libros, traductor de un libro de divulgación de la química, junto con la periodista Patricia Linn (*Química Imaginada. Reflexiones en Ciencia*, del premio Nobel de Química Roald Hoffmann y la artista gráfica Vivian Torrence) y de un libro de divulgación científica (*Ciencia sin complicaciones*, UDLAP-EDAF, 2015). Ha dirigido 43 tesis de licenciatura, cinco de maestría y dos de doctorado, y actualmente están en proceso dos tesis de doctorado y cuatro de licenciatura. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel II, desde 2002. Obtuvo la Medalla Compromiso con la Educación UDLAP en 2011 y el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología en la categoría de Divulgación Científica y Tecnológica en 2013.

¿Por qué estudiar Química?

Al observar la naturaleza que nos rodea, desde la microscópica que apenas nuestros sentidos perciben, hasta la inmensidad del espacio infinito que nos rodea, hay una constante: la materia. Materia hecha por átomos, moléculas e iones. Sus transformaciones constantes (gasolina en energía y en dióxido de carbono y agua dentro de un motor de combustión; dióxido de carbono y agua en azúcares y oxígeno en las hojas de las plantas; cal, agua y mortero en cemento...) nos fascinan de distintas maneras y a algunos, nos atrapan de manera irremediable: nos volvemos químicos de corazón. En mi caso particular, esta fascinación empezó con mis clases de Biología en la preparatoria con la maestra Martha Martínez Lifshitz y se afirmó durante mis cursos de Química en la universidad con el doctor Enrique González Vergara. Ellos me motivaron a descubrir las preguntas y respuestas alrededor de las cosas cotidianas que me rodean (desde por qué nos enamoramos, hasta el color de las flores, el aroma de una chalupa, la inestabilidad de un isótopo radioactivo de uranio, el papel importantísimo de los metales en la vida y la hermosa, casi poética, conclusión de que no somos más que polvo de estrellas). Cada curso tomado durante los siguientes años me ayudaba a compenetrarme más y más en esa relación de amor y de odio con esta ciencia. Eventualmente me di cuenta de que podía continuar profundizando en su estudio y realicé un posgrado en el extranjero y nuevamente la Química me abrió las puertas a nuevos horizontes y amistades, como la oportunidad única

de conocer a varios grandes científicos del área (durante los años que llevo ejerciendo esta ciencia he convivido y platicado con cerca de 11 Premios Nobel de Química) y en particular me dio la amistad de uno de mis héroes en esta ciencia, el doctor Roald Hoffmann de la Universidad de Cornell, con quien comparto no solo el amor por la Química, sino también la fascinación por compartirla de distintas maneras con la sociedad. La Química, mi querido lector, nos es útil para leer el lenguaje de la materia y entender sus armonías, sus cambios, sus hermosas transformaciones.

¿Por qué divulgar la ciencia desde la Química?

Porque podemos tomar ejemplo de cualquier cosa de nuestra vida cotidiana para traducirla en el lenguaje maravilloso de sus componentes y sus interacciones. Podemos tomar un problema de interés social, como la contaminación, la energía, el agua, los nanomateriales, los alimentos, los medicamentos, la ropa, la vida, nosotros mismos y luego desmenuzarlo en sus cientos o miles de partes. Desglosar el ciclo que mueve entre distintos estados de la materia (sólido, líquido y gas) al agua, y entender que aunque es muy abundante (tres cuartas partes de la Tierra están cubiertas por ésta), la que es apta para consumo humano es relativamente escasa y mucha de ella está contaminada. Y nos ayuda a comprender nuestra responsabilidad en dicha contaminación pero también nos hace ver que está en nuestras manos recuperarla, limpiarla, hacerla apta para que millones de seres humanos en el mundo puedan disponer de ella. Nos enseña que podemos desarrollar nuevos materiales que ayuden a limpiarla de aquellas sustancias —también químicas— que por el consumo excesivo o por el uso indiscriminado (plásticos, pesticidas, combustibles, fertilizantes...) que la contaminan. Nos permite entender los mecanismos para transformarla nuevamente en agua limpia y potable. Y mejor aún: nos ayuda a imaginar cómo hacer que la otra agua, la salada, más abundante, podría convertirse también en agua para consumo humano o agrícola o incluso, en fuente de la energía que moverá el mundo

del mañana: el hidrógeno. Y es que hablar de ciencia sin tocar la Química de lo cotidiano, de los productos que usamos para asearnos o limpiar nuestros hogares, de los alimentos que consumimos y preparamos todos los días, de las fibras textiles que componen la ropa que vestimos o de los objetos cotidianos, muchos de ellos basados en polímeros o plásticos, es algo atractivo. No es algo ajeno a nosotros. Pero incluso cuando pensamos en lo diminuto (los nanomateriales, las moléculas de la vida) o en lo macroscópico (los planetas, las estrellas, el Universo en que flotamos en un viaje que se nos antoja eterno), en esas ideas abstractas e intangibles, la Química nos permite asirnos a una comprensión que es útil para comprender de dónde venimos y hacia dónde vamos. Nos da la confianza de explorar otros planetas en búsqueda de condiciones para la vida. En parte porque sentimos curiosidad de entender si ésta puede existir en otras partes además de la Tierra, pero también porque sentimos esa urgencia de descubrir y llegar cada vez más lejos. Esa misma urgencia que movió a los grandes exploradores a descubrir una ruta de navegación hacia las Indias y que sin saberlo les llevó a un continente lleno de sorpresas y culturas milenarias. Curiosidad que nos llevó a la Luna y, en poco tiempo, a Marte. Curiosidad urgente que nos pone a pensar si nuestro destino está en las estrellas, en donde los mismos elementos químicos que encontramos en la Tierra nos esperarán para diseñar un nuevo futuro para nuestros descendientes.

Dr. Miguel Ángel Méndez-Rojas



8

Es divulgador de la ciencia desde hace más de 25 años. Nació el 4 de julio de 1960. Realizó estudios de licenciatura y maestría en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y de doctorado en Ciencia de Materiales en la Universidad Autónoma de Barcelona.

Es profesor-investigador de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP desde 1989; miembro nivel I del Sistema Nacional de Investigadores y obtuvo el Premio Estatal de Ciencia y Tecnología del estado de Puebla en 2010. Actualmente es líder del cuerpo académico "Investigación experimental y teórica de nuevos materiales y educación en ciencias" (BUAP-CA-263).

Ha publicado 48 artículos de docencia y divulgación de la ciencia y 29 artículos de investigación científica. Aparece registrado en el Atlas de la Ciencia Mexicana como uno de los 10 autores más citados en el área de las ciencias químicas en la década de los 90's. Tiene una patente registrada, un capítulo en libro y ha dirigido cinco tesis de licenciatura y tres de maestría.

Sus líneas actuales de investigación son la síntesis de compuestos de coordinación basados en cobre y vanadio con potenciales aplicaciones en la ciencia de materiales y en el tratamiento de enfermedades degenerativas. Y sus pasiones son el desarrollo de materiales didácticos para la enseñanza de la química y la divulgación de la ciencia.

Su productividad científica puede ser consultada en:

Google Scholar

(<http://scholar.google.com/citations?user=y417sncAAAAJ&hl=es>),

Scopus (Author ID: 6603448349)

y ResearchGate (https://www.researchgate.net/profile/Aaron_Perez-Benitez).

¿Por qué estudiar Química?

El "por qué" yo lo cambiaría por un "para qué...", sin importar el nivel de estudios ni si viviremos de ella. Más bien es porque nacimos, vivimos y moriremos con ella.

Porque la química es nuestra compañera de todos los días y como tal tenemos que entenderla. Comprender la química es comprendernos a nosotros mismos y nuestro hábitat. Cuando respiramos, comemos (digerimos), vemos y sentimos, hacemos química. El Sol ilumina el planeta y la gran mayoría de plantas y animales dependen de las reacciones químicas inducidas por su luz.

Si te sientes feliz o triste puede ser debido a la deficiencia o exceso de algún elemento o compuesto químico. Así que saber química nos hace tener un nivel

cultural más alto y nos puede ayudar, en un momento dado, a conservar lo más preciado de nosotros mismos..., nuestra salud y nuestra calidad de vida. Yo estudio, enseño y hago química porque soy feliz haciéndolo.

¿Por qué divulgar la ciencia desde la Química?

La ciencia como cuerpo de conocimientos no debería fraccionarse al divulgarla, sobre todo si uno es divulgador de la ciencia. Pero tampoco podemos ser "todólogos" y por eso como químico divulgo la química..., y de cuando en cuando la física y las matemáticas por su conexión con la geometría y la simetría molecular.

Los conocimientos de la química generalmente no están en conflicto con los conocimientos de las otras ciencias; por el contrario se sustentan mutuamente.

Así que mi grupo de divulgación divulga la química desde la física, las matemáticas e incluso desde la biología y viceversa. Generalmente esta labor la hacemos en forma de talleres que nos permiten una interacción cara a cara con niños, jóvenes y adultos.

No hacemos divulgación buscando hacer químicos de profesión sino ciudadanos más preparados y competentes para vivir una vida mejor y más armónica con su medio ambiente.

Dr. Aarón Refugio Pérez Benítez



Pertenece al consejo editorial de las Revistas *Educación Química* y *Elementos*. Ha formado 42 personas con los grados de Licenciatura, Maestría, Doctorado y Posdoctorado. Tiene Perfil PROMEP (2015-2018) y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores con el Nivel I (2014-2016). Ha sido coordinador del posgrado en Química BUAP y Coordinador del Centro de Química ICUAP, coordinador del área de Biología en el posgrado de Educación en Ciencias y coordinador de área de Química Inorgánica del posgrado en Ciencias Químicas. La mitad de su producción está dedicada a la docencia y a la divulgación científica, lo cual le ha valido un reconocimiento por parte del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla (2007). Ha sido evaluador Conacyt de apoyo a posgrado, solicitudes de posgrado en el extranjero y evaluador de proyectos. En la investigación ha contribuido a la química bioinorgánica de Cromo, así como, Peroxidasas naturales y sintéticas y sus aplicaciones médicas y en contaminación ambiental. Actualmente desarrolla fármacos antidiabéticos a base de Vanadio. Es el director de la revista Digital de Divulgación del Instituto de Ciencias de la BUAP (RD-ICUAP) y recientemente ha sido invitado a pertenecer al comité editorial de *Journal of Trace Element Research*.

¿Por qué estudiar Química? ¿Por qué divulgar la ciencia desde la química?

La respuesta a la primera pregunta se puede dar desde la propia definición de la misma. La química es la ciencia que estudia a la materia y a sus transformaciones. No se puede concebir el desarrollo actual de la medicina o la ingeniería por citar dos actividades

Dr. Enrique González Vergara



humanas muy cercanas a nuestro entorno sin la participación de la Química. Todo lo que nos rodea está hecho de átomos y moléculas, Lo que somos, lo que comemos, lo que vestimos e inclusive lo que sentimos tiene que ver con la materia y sus reacciones químicas. Imaginemos un mundo sin color, necesitaríamos a los químicos para pintarlo.

La respuesta a la segunda pregunta podría ser para tomar mejores decisiones. Desde cómo alimentarnos hasta cómo proteger el ambiente requiere de un conocimiento básico de Química. Es fundamental que todos los ciudadanos conozcan lo que los científicos hacen, utilizando un lenguaje sencillo. Esto requiere de la formación de profesionales del periodismo científico y de que los propios investigadores asuman la tarea de dar a conocer sus descubrimientos no solo en los congresos y artículos de investigación, sino en canales de divulgación al alcance de todos. Esto impactará en nuestro bienestar y en el de la sociedad en general.

NO SE PUEDE CONCEBIR

EL DESARROLLO ACTUAL

DE LA MEDICINA O LA INGENIERÍA
POR CITAR DOS ACTIVIDADES HUMANAS
MUY CERCANAS A NUESTRO ENTORNO
SIN LA PARTICIPACIÓN DE LA QUÍMICA

Ignacio E. Zaldívar Huerta

Electrónica y Química

Empezaré por definir qué se entiende por Electrónica y Química. Por un lado, electrónica se define como la rama de la física que estudia y utiliza sistemas cuya operación se basa en la conducción y el control del flujo de electrones (corriente eléctrica). Por otra parte, la química se define como la ciencia que estudia las diferentes formas y estructuras de la materia, sus propiedades, los procesos de transformación de la misma, las leyes que rigen esos cambios así como los usos a que se pueden destinar los diversos materiales.

A partir de estas definiciones, pareciera no tener nada que ver la electrónica con la Química, sin embargo, muchas veces se unen para dar lugar a grandes inventos. Es pues, a partir de estas definiciones, que trataré de explicar en este artículo cuál es esa relación que guardan la Electrónica y la Química. Para esto, primeramente describiré dónde encontramos la electrónica y la química en nuestra vida diaria.

En el primer caso, estamos siendo testigos de los grandes progresos tecnológicos de la electrónica y el confort que su desarrollo nos brinda, ejemplo de esto son los teléfonos celulares de tamaño reducido con múltiples aplicaciones, los aparatos de televisión de alta definición y las computadoras portátiles, entre muchos otros desarrollos. En lo que respecta a la química, la encontramos en algo tan simple como beber un vaso de agua compuesta por hidrógeno y oxígeno (H₂O). En el aire que respiramos conformado entre otros elementos por nitrógeno (N), oxígeno (O₂) y bióxido de carbono (CO₂). En la cocina encontramos la sal de mesa o cloruro de sodio (NaCl).

En particular, el conocimiento de la química permite comprender el funcionamiento de los materiales semiconductores como son el germanio (de la tabla periódica de los elementos se encuentra que es elemento químico de número atómico 32 y símbolo Ge), y el silicio (es el elemento químico de número atómico 14 y símbolo Si); y que son base fundamental en la industria de la electrónica con los que se logra la fabricación de, por ejemplo, diodos y transistores, los cuales a su vez permiten la producción de

equipos electrónicos. Esto implica entonces, que aún para los estudiantes de electrónica es indispensable tener un conocimiento básico de la química.

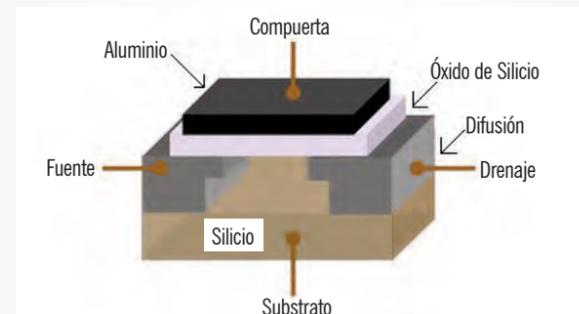
A manera de ejemplo, a continuación describiré la estructura más simple de un transistor de efecto de campo del tipo metal-óxido-semiconductor (MOS), el cual se fabrica en un sustrato o cristal de silicio que puede ser del tipo P, dopado con fósforo (el fósforo es un elemento químico de número atómico 15 y símbolo P), o del tipo N, dopado con Boro (el boro es un elemento químico de número atómico 5 y símbolo B), lleva una capa de óxido de silicio (compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice, obtenido mediante la relación $Si + O_2 \rightarrow SiO_2$), dos difusiones o regiones que pueden ser del tipo P o N, y otra capa de un metal, la cual es generalmente aluminio (elemento químico de símbolo Al y número atómico 13).

La estructura de este tipo de transistor se ilustra en la figura 1, donde se aprecian los elementos anteriormente descritos, así como sus terminales de fuente,

drenaje y compuerta. Por el momento no entraré en detalles de su operación, sólo basta decir que es un dispositivo cuyo flujo de electrones de la región de drenaje a fuente es controlada por la compuerta.

Hasta este momento he explicado la estructura básica de un transistor de efecto de campo, poniendo de manifiesto que la química juega un papel muy importante en dicha descripción. Por otra parte, dado que un transistor es el dispositivo que actualmente se encuentra prácticamente en todos los aparatos electrónicos de uso diario, generalmente en los circuitos integrados, y éstos a su vez permiten la fabricación de equipos electrónicos. Y precisamente, resulta que algunos de estos equipos son utilizados en el campo de química. Un buen ejemplo de esto es el medidor electrónico de índice de acidez o alcalinidad del agua para el consumo humano, sabemos que el valor ideal debe estar en 7.4 pH, por lo que es necesario un instrumento que lo mida con precisión. Por otro lado, en el campo de la medicina podemos mencionar al oxímetro, un instrumento electrónico por medio del cual es posible la medición de los niveles de oxígeno (O₂) en la sangre. Podríamos mencionar muchos más ejemplos, pero es seguro que cuando vamos a consulta o a hacernos algunos análisis clínicos, podemos verlos funcionando.

En conclusión, podemos decir que el uso adecuado de los conceptos químicos ha permitido, entre otras cosas, la fabricación de dispositivos electrónicos y, por consiguiente, equipos que permiten el monitoreo o medición de parámetros químicos. Es decir, se ha llegado a un punto en el que la Química y la electrónica o bien la electrónica y la Química se encuentran estrechamente relacionadas. Incluso, actualmente se siguen realizando investigaciones de las propiedades químicas de diversos materiales semiconductores que permitan la fabricación de dispositivos para aplicaciones muy específicas. Al parecer se trata de una carrera científica-tecnológica que parece no tener fin. ∞



• Figura 1. Esquema básico de un transistor de efecto de campo MOS.

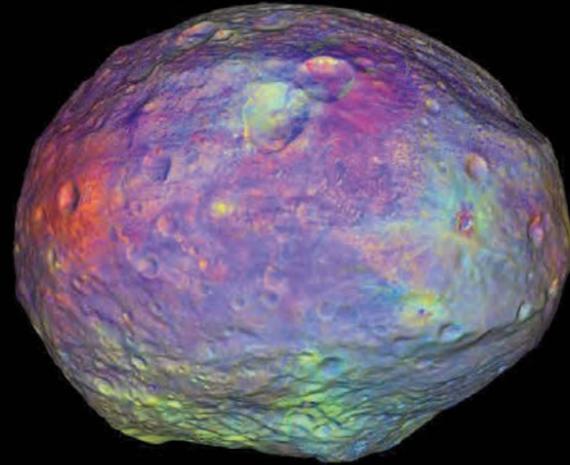
zaldivar@inaoep.mx

TABLA PERIODICA DE ELEMENTOS

1 1.00797 H HIDROGENO	2 4.0026 He HELIO																
3 6.939 Li LITIO	4 9.0122 Be BERILIO																
5 10.811 B BORO	6 12.011 C CARBONO	7 14.0064 N NITROGENO	8 15.9994 O OXIGENO	9 18.9984 F FLUOR	10 20.183 Ne NEON												
11 22.9897 Na SODIO	12 24.304 Mg MAGNESIO	13 26.9815 Al ALUMINIO	14 28.0855 Si SILICIO	15 30.9738 P FOSFORO	16 32.06 S AZUFRE	17 35.453 Cl CLORO	18 39.948 Ar ARGON										
19 39.0983 K POTASIO	20 40.078 Ca CALCIO	21 44.9559 Sc ESCANDIO	22 47.867 Ti TITANIO	23 50.9415 V VANADIO	24 51.9961 Cr CROMO	25 54.938 Mn MANGANESES	26 55.845 Fe HIERRO	27 58.9332 Co COBALTO	28 58.9332 Ni NIQUEL	29 63.546 Cu COBRE	30 65.37 Zn ZINC	31 69.723 Ga GALIO	32 72.64 Ge GERMANIO	33 74.9216 As ARSENICO	34 78.96 Se SELENIO	35 79.904 Br BROMO	36 83.80 Kr KRIPTON
37 85.468 Rb RUBIDIO	38 87.62 Sr ESTRONCIO	39 88.9058 Y ITRIO	40 91.224 Zr CIRCONIO	41 92.9064 Nb NIOBIO	42 95.94 Mo MOLIBDENO	43 97.905 Tc TECNECIO	44 101.07 Ru RUTENIO	45 102.9055 Rh RADIO	46 106.42 Pd PALADIO	47 107.8682 Ag PLATA	48 112.411 Cd CADMIO	49 114.818 In INDIO	50 118.710 Sn ESTAÑO	51 121.757 Sb ANTIMONIO	52 127.603 Te TELURIO	53 126.905 I YODO	54 131.29 Xe XENON
55 132.905 Cs CESIO	56 137.327 Ba BARIO	57 138.905 La LANTANOS	58 175.053 Ce CERIO	59 173.054 Pr PRASEODIMIO	60 144.242 Nd NEODIMIO	61 140.9076 Pm PROMETIO	62 150.358 Sm SAMARIO	63 151.964 Eu EUROPIO	64 157.25 Gd GADOLINIO	65 158.9254 Tb TERBIO	66 162.50 Dy DISPROSIO	67 164.9303 Ho HOLMIO	68 167.259 Er ERBIO	69 168.9304 Tm TULIO	70 173.045 Yb YTERBIO	71 174.973 Lu LUTECIO	
72 175.053 Hf HAFNIO	73 178.49 Ta TANTALO	74 180.948 W WOLFRAMIO	75 186.207 Re RENEO	76 186.207 Os OSMIO	77 190.224 Ir IRIDIO	78 195.084 Pt PLATINO	79 196.967 Au ORO	80 200.59 Hg MERCURIO	81 204.37 Tl TALIO	82 207.19 Pb PLOMO	83 208.98 Bi BISMUTO	84 210 Po POLONIO	85 210 At ASTATO	86 210 Rn RADON			
87 223.019 Fr FRANCIO	88 226.025 Ra RADIO	89 227.033 Ac ACTINIOS	90 232.0377 Th TORIO	91 231.03688 Pa PROTACTINIO	92 238.02891 U URANIO	93 237.04817 Np NEPTUNIO	94 244.06422 Pu PLUTONIO	95 244.06422 Am AMERICIO	96 247.0743 Cm CURIO	97 247.0743 Bk BERKELIO	98 251.07626 Cf CALIFORNIO	99 252.08322 Es EINSTEINIO	100 252.08322 Fm FERMIO	101 257.10375 Md MENDELEVIO	102 258.10375 No NOBELIO	103 259.10375 Lr LAWRENCIO	

José Ramón Valdés y Raúl Mújica

Estudiar los asteroides es mejor que en las películas



• Imagen multicolor del asteroide Vesta. Cortesía: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA/PSI. Imagen tomada de http://www.nasa.gov/images/content/657029main_vesta_20120606_4x3_full.jpg

Determinar los parámetros físicos y la composición química de los asteroides y de los cometas es importante por diferentes razones. Se trata de objetos que son remanentes de los orígenes del Sistema Solar, su estudio nos ayudará a descubrir cómo fue el proceso de formación. Los llamados NEOs (Objetos Cercanos a la Tierra) son potencialmente peligrosos, estudiarlos nos permitiría llevar a cabo acciones preventivas. Una tercera razón sería la potencial explotación de minerales y otros materiales de los que están compuestos estos objetos.

La famosa Cámara Schmidt de Tonantzintla, luego de un amplio proceso de renovación de sus sistemas óptico y mecánico, así como la puesta a punto de un nuevo sistema de adquisición de imágenes, vuelve a obtener observaciones astronómicas para proyectos de gran relevancia. Uno de ellos trata precisamente de monitorear asteroides.

A finales de 2015 inició un programa de observaciones astrométricas y fotométricas de asteroides, Objetos Cercanos a la Tierra (NEOs por sus siglas en inglés), Asteroides Potencialmente Peligrosos para la Tierra (PHAs por sus siglas en inglés) y de asteroides que pudieran ser objetivo de futuras misiones espaciales de la NASA. Estas observaciones son parte de los compromisos adquiridos por el INAOE y el Campus México del CRETEALC al solicitar su inclusión en la International Asteroid Warning Network (IAWN), organismo internacional que coordina los esfuerzos de observatorios de más de 40 países, incluido, ahora, el Observatorio Astrofísico Nacional de Tonoantzintla (el OANTon, actualmente INAOE). El objetivo de la red es determinar parámetros orbitales confiables y las propiedades físicas de los asteroides que pertenecen a los grupos antes mencionados.

Estos esfuerzos, además, son coordinados por el Centro de Planetas Menores de la Unión Astronómica Internacional. Para tener una idea de los esfuerzos colosales que esta red está desarrollando, es necesario señalar que en lo que va de 2016, se han reportado 8,4 millones de observaciones de estos objetos y, desde 1978, se han acumulado alrededor de 150 millones de observaciones.

LA COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química de un asteroide se ve reflejada en su color o albedo, que es la capacidad del asteroide en reflejar la luz del Sol y constituye el indicador más confiable para evaluar su composición superficial. Los asteroides son de bajo albedo (condritas carbonáceas, presencia de compuestos de carbonos, incluidos los aminoácidos), de albedo moderado (condritas y otros objetos de naturaleza rocosa) y metálicos (Fe, Ni).

En general, el análisis espectral en los intervalos visible e infrarrojo del espectro electromagnético ha permitido desarrollar un estudio de la composición mineralógica de los asteroides, lo que ha derivado en una clasificación taxonómica que incluye 26 clases diferentes. En 1975 las dos clases más pobladas eran la clase C de objetos carbonáceos oscuros y la clase S de objetos pétreos o silíceos. Se utilizó la clase U para aquellos asteroides que no entraban en ninguna de las dos categorías principales. En 1984 se introduce un sistema de 14 clases, añadiendo a las tradicionales C y S las clases A, B, D, F, G y T. Tres nuevas clases, E, M y P se identifican con la información de los albedos de más de 600 asteroides y se crean las clases Q, R y V para clasificar tres objetos inusuales: (1862) Apollo (tipo Q), (349) Dembowska (tipo R) y (4) Vesta (tipo V). Aunque no se empleó un criterio mineralógico para definir estas clases, los miembros de un mismo tipo tienen una composición química basada en una muestra limitada de compuestos minerales.

Entre 1991 y 1993, utilizando observaciones espectroscópicas en el visible y en el infrarrojo de 1341 objetos del Cinturón Principal de Asteroides se definen los denominados "complejos taxonómicos" S, C y X que comprenden 26 clases taxonómicas bien definidas por bandas de absorción en los espectros. Los asteroides tipo S tienen bandas de absorción identificadas con metales oxidados de Fe y Ni o

minerales del grupo espinela ($MgAl_2O_4$). Las bandas en los espectros de los asteroides tipo C se deben a la presencia de óxidos ferrosos en filossilicatos, mientras que en los tipo X son producidas por troilitas (FeS, sulfuro de hierro).

(4) VESTA, UN ASTEROIDE QUÍMICAMENTE MUY COMPLEJO

La misión Dawn de la NASA ha establecido que Vesta es uno de los asteroides con mayor diversidad química en el Sistema Solar. En la imagen de Vesta, cada color representa variaciones en la absorción de la luz, en la superficie del asteroide, debidas a diferentes abundancias de ciertos minerales. En las zonas más oscuras se ha detectado serpentina, un mineral muy complejo que puede contener magnesio (Mg), hierro (Fe), níquel (Ni), aluminio (Al), zinc (Zn) o manganeso (Mn). La fórmula genérica de la serpentina es $(Mg,Fe,Ni,Al,Zn,Mn)_{2-3}(Si,Al,Fe)_2O_5(OH)_4$. Otro hallazgo importante es la presencia de hidrógeno en este asteroide. El hidrógeno detectado en la superficie de Vesta parece provenir de minerales hidratados por rocas ricas en carbono que colisionaron con el asteroide a muy baja velocidad. Dawn también ha determinado que una sexta parte de los meteoritos que caen en la Tierra proceden de este asteroide, en ellos se ha encontrado piroxenos (Px, grupo de silicatos), hierro y materiales ricos en magnesio.

¿CUÁNTOS SON, DE QUÉ TAMAÑO?

En la actualidad se han descubierto 14 mil 338 NEOs (724 en 2016), de los cuales mil 697 son considerados Asteroides Potencialmente Peligrosos para la Tierra, ya que su distancia mínima de intersección orbital con la Tierra es igual o menor a 0.05 Unidades Astronómicas; es decir, de sólo 7.5 millones de kilómetros, lo que equivale a unas 20 veces la distancia media entre la Tierra y la Luna.

Sin embargo, las últimas estimaciones de la distribución del número de asteroides según su tamaño, indican que los sistemas de búsqueda e identificación de nuevos asteroides han apenas descubierto menos de 20 por ciento de los asteroides de 250 m y alrededor de 1 por ciento de los asteroides de 100 m. Como referencia, el impacto de un asteroide de 100 m destruiría totalmente la zona metropolitana de cualquier mega ciudad.

La comunidad científica internacional reconoce el potencial peligro que estos objetos pueden representar al producir un impacto, de consecuencias catastróficas, en la superficie de nuestro planeta, y ha establecido el compromiso de descubrir, a finales de 2020, 90 por ciento de los asteroides con dimensiones de 140 m y mayores. Los especialistas reconocen también que la determinación precisa de las órbitas de los NEOs es necesaria para calcular con certidumbre la probabilidad de impacto de estos objetos con la Tierra y que conocer sus propiedades físicas (período de rotación, forma, tamaño e inclinación del eje de rotación) es de particular importancia para llevar a cabo una misión espacial de deflexión que ayude a prevenir un impacto y para establecer políticas de mitigación de daños en el caso de un evento de este tipo. Esto es, nos permitirá tomar decisiones pragmáticas y mucho más interesantes que las presentadas en las películas.

Los telescopios del INAOE, la Cámara Schmidt de Tonantzintla y el telescopio de 2.1m del Observatorio Astrofísico "Guillermo Haro", de Cananea, Sonora, se han sumado a las campañas de seguimiento y monitoreo de estos objetos, con el objetivo de determinar posiciones precisas (observaciones astrométricas) y construir sus curvas de luz (observaciones fotométricas).

De esta manera, el legado de los astrónomos del Observatorio Astronómico Nacional de Tonantzintla (OANTon) liderados por Luis Enrique Erro y Guillermo Haro, que convirtieron a la histórica Cámara Schmidt en unos de los telescopios más importantes de su época, sigue incrementándose. ◀

Raúl Mújica

El origen de los elementos y un bólido

La nebulosa de Orión se localiza en la dirección de la constelación de Orión, la galaxia de Andrómeda, pues en la dirección de Andrómeda, y la Nebulosa del Cangrejo? En dirección a la constelación de... Tauro. Es una pregunta truculenta que generalmente uso en las charlas sobre constelaciones.

Las constelaciones nos han servido para facilitar la localización de objetos en el ciertas regiones del cielo y la famosa nebulosa del Cangrejo, que recibe su nombre debido a la forma que tiene, nos sirve para ejemplificar el origen de casi todos los elementos químicos.

Esta nebulosa es el resultado de la explosión de una estrella, al final de su vida, que tenía una masa mayor a ocho veces la de nuestro Sol. En esta explosión todos los elementos que han sido sintetizados en su interior son lanzados al medio interestelar, enriqueciendo el material del cual se formará la siguiente generación de estrellas.

Y decimos que no todos, ya que el hidrógeno y el helio, los elementos más ligeros, se crearon durante los primeros minutos de la historia del Universo, unos minutos después del *Big Bang*, cuando la temperatura descendió y ya no era suficiente para destruirlos. En esta etapa del universo se creó también un poco de litio, boro y berilio, pero debido al descenso de temperatura y de la densidad de materia en esas etapas, no fue posible que se formaran los elementos más pesados.

Todos los demás elementos del universo se producen en el interior de las estrellas mediante la fusión de elementos más ligeros

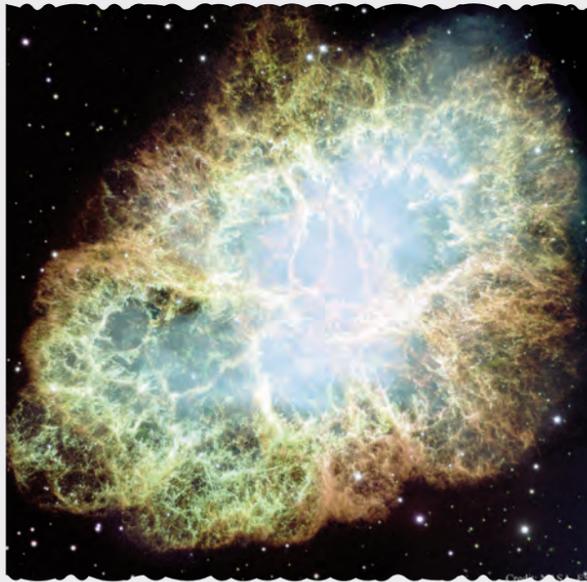
en las reacciones nucleares. Estas reacciones crean los elementos más pesados al fusionar elementos más ligeros en las regiones centrales. En las etapas finales de su vida, las estrellas expelen sus capas exteriores, a veces de manera explosiva, como las mencionadas supernovas y otras no tanto, como las nebulosas planetarias. Este material procesado se incorpora en las nubes de gas que posteriormente forman estrellas y planetas. El material del que se formó nuestro sistema solar incorporó algunos de los restos de estrellas anteriores.

Todos los átomos en nuestro planeta, excepto el hidrógeno y la mayor parte del helio, son material reciclado. No fueron creados en la Tierra, fueron creados en las estrellas. De ahí que se diga que somos "polvo de estrellas", seguramente, pero polvo reciclado.

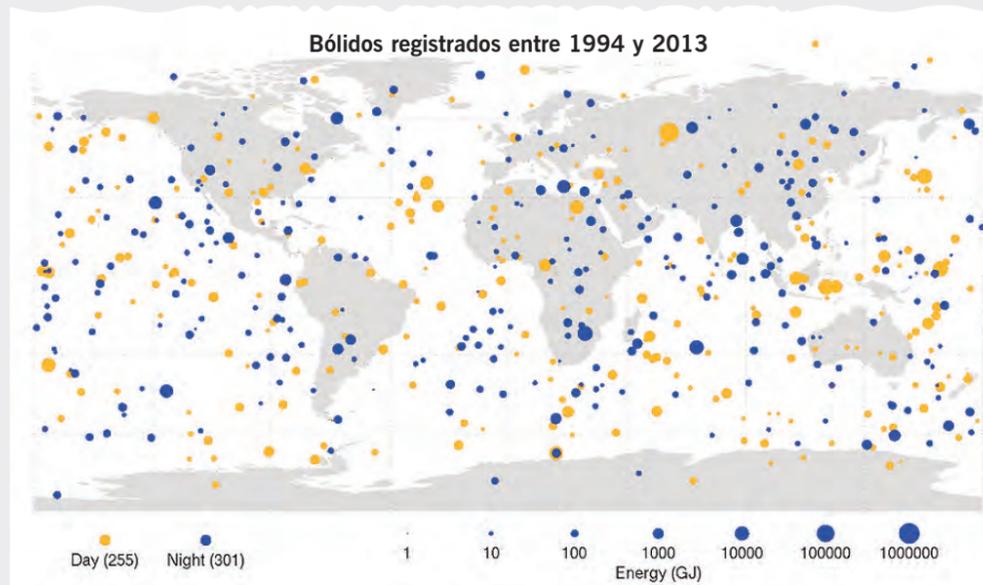
Entonces, con excepción del hidrógeno y la mayor parte de los átomos de helio, todos los materiales que nos rodean, alimentos, agua, aire, nuestros músculos y huesos, el papel y la tinta de este suplemento, están hechos de átomos que se crearon en las estrellas.

No todas las estrellas pueden sintetizar todos los elementos, eso depende de su masa. Por ejemplo, nuestro Sol puede sintetizar helio, carbono y oxígeno. Las estrellas con masas mayores a ocho veces la masa del Sol, pueden sintetizar helio, carbono, oxígeno, neón, magnesio, silicio, azufre, argón, calcio, titanio, cromo y hierro (y níquel). Los elementos más pesados que el hierro se generan durante las explosiones de supernovas mediante una combinación rápida de neutrones con los núcleos pesados. Las estrellas gigantes rojas también pueden generar pequeñas cantidades de elementos más pesados que el hierro (hasta el mercurio y el plomo) a través del mismo proceso, la combinación de neutrones con núcleos pesados, pero de manera mucho más lenta.

La teoría de la nucleosíntesis estelar debe predecir la abundancia de elementos pesados en todas partes del universo, en la Tierra, en el Sol y otras estrellas, e incluso en los meteoritos. De ahí la importancia de estudiar, cuando es posible, los remanentes de fenómenos como el reportado la madrugada del pasado 21 de



• M1: The Crab Nebula obtenida por el Hubble. Crédito: NASA, ESA, J. Hester, A. Loll (ASU)



mayo. Conocer más sobre ellos nos permite además entender mejor cómo se formó el Sistema Solar.

El objeto luminoso que atravesó los cielos de varios estados del centro de México, seguido de una fuerte explosión, es conocido como un bólido o bola de fuego. Aunque en redes sociales se mencionó que se trató de un meteorito, no es correcto, ya que los meteoritos son objetos que impactan en la superficie de la Tierra.

El Sistema Solar se formó hace unos 4 mil 500 millones de años a partir de una nube interestelar compuesta principalmente de hidrógeno y helio, además de un porcentaje muy bajo de otros elementos más pesados. Un meteorito es un residuo de la formación del Sistema Solar. Están considerados como buenos ejemplos de la materia primitiva de nuestro sistema, aunque en muchos casos sus propiedades han sido modificadas por el metamorfismo térmico o alterados por congelación.

Los meteoritos ingresan a nuestro planeta y llegan al suelo, sus tamaños van desde un grano de arena hasta unas decenas de metros, su composición es diferente con respecto a la proporción de los elementos que encontramos en la Tierra. Asimismo, en algunas ocasiones observamos en el cielo estrellas fugaces o meteoros (el término meteorito, precisamente, proviene del griego *meteoron*, que significa fenómeno en el cielo, la mayoría de los meteoros que se observan son del tamaño de un grano de arena) y la mayor parte de estas rocas del espacio se desintegran al entrar en la atmósfera. Cuando resisten la trayectoria y llegan al suelo es que las consideramos meteoritos y las podemos estudiar. Los eventos luminosos

causados por estos objetos menores del Sistema Solar se denominan meteoros y si su brillo es mayor al de Venus se llaman bólidos.

86 por ciento de los meteoritos son del tipo condritas, compuestos de silicatos y otros elementos; ocho por ciento son acondritas, muy parecidas a las rocas volcánicas terrestres; cinco por ciento son metálicos, formados principalmente de hierro y níquel; el uno por ciento restante son una mezcla de hierro-níquel y minerales de silicato. Se han establecido tres grandes grupos de meteoritos:

Los rocosos se asemejan a piedras ordinarias terrestres, difícil de distinguir y por supuesto de encontrar. 95 a 97 por ciento los meteoritos son de este tipo.

Los ferrosos de tipo rocoso constituyen sólo 1 por ciento de los meteoritos y son una mezcla de metal (hierro y níquel) y roca (silicatos).

Los ferrosos constituyen hasta 40 por ciento de los meteoritos encontrados en la Tierra, pero son sólo 2 a 3 por ciento del total. Se encuentra un gran porcentaje ya que son más fáciles de distinguir entre las rocas terrestres. Son notablemente más densos y están constituidos de hierro y níquel. Mientras que los rocosos se parecen a rocas terrestres. Otro aspecto de los ferrosos es que son más resistentes al paso por la atmósfera, por eso se han localizado en todo el mundo y debido a su atractivo, se exhiben en los museos.

Aunque la mayoría de los meteoritos son fragmentos de asteroides, de acuerdo a su composición química, se ha demostrado que algunos vienen de la Luna, y unos pocos menos, de Marte. ☾

rmujica@inaoep.mx ✉

más información

<http://www.solarviews.com/span/meteor.htm>

<http://www.amsmeteors.org/>

<http://saberesyciencias.com.mx/2012/05/27/las-estrellas-alquimistas/>

<http://www.nasa.gov/jpl/bolide-events-1994-2013/#.V0C36JPhDow>

Sergio Cortés Sánchez

Votos volátiles

Los ciudadanos que ejercen su derecho al voto y nunca cambian de opción electoral son más que los que no mutan, aun así, a ninguna de las fuerzas contendientes le son suficientes esas preferencias eternas y leales, y en los comicios buscan allegarse el voto volátil, ya sea por su programa, ya por sus candidatos o sus estrategias, éstas últimas incluyen prácticas no muy nobles pero cada vez más recurrentes: compra de voto, coacción, intimidación y amenaza, descalificación, cooptación de órganos electorales y de medios de comunicación. Los comicios efectuados en contextos de crecimiento real del salario, de una mejora en la calidad de vida de la ciudadanía y de respeto al ejercicio de los derechos humanos no siempre tiene el mismo desenlace que aquellos realizados donde campea la corrupción, la impunidad, la inseguridad pública, la criminalización de la protesta social y el empobrecimiento de la población. Formalmente la opción tradicional se puede autoproclamar vencedora — como lo convinieron el PRI y el PAN en 1988 y 2006— pero carece de la legitimidad, de consenso, de credibilidad y respeto; son prisioneros de los poderes fácticos y las concertaciones deterioran su liderazgo.

Los días 6, 7 y 8 de julio de 2012 aplicamos una encuesta telefónica a 425 ciudadanos radicados en el municipio de Puebla sobre la orientación de su voto en la elección presidencial de 2006 y 2012, y la elección de gobernador de Puebla en 2010. Con base en esta encuesta hicimos un ejercicio sobre la permanencia y volatilidad del voto, que es la base del presente artículo. Los datos mencionados corresponden a los ciudadanos que en 2006 tenían 18 años o más (o 24 años o más en 2012); registramos que los votos duros fueron aquellos que en ambas elecciones presidenciales (2006 y 2012) fueron al mismo partido (PAN, PRI o PRD) o que no votaron en ninguno de esos procesos; los votos definidos como volátiles son aquellos que cambiaron entre ambos comicios. Con base a la población de 24 años o más, una tercera parte del total de ciudadanos del municipio de Puebla cambió la orientación del voto, dos terceras partes fue siempre constante en su preferencia electoral; algunos ganaron con esos cambios (PRD y PRI), otros perdieron (PAN).

En la elección presidencial de 2012, el PRD ganó 10 puntos respecto a la elección similar de 2006; la mayor parte de ese incremento procedió de ciudadanos que en 2006 dicen haber sufragado por el PAN o no votaron. En la elección presidencial de 2012, el PAN perdió 15 puntos respecto a la elección similar de 2006, la mayor parte de esa pérdida se canalizó al PRD y al PRI. En la elección presidencial de 2012, el PRI ganó 10 puntos respecto a la elección similar de 2006; la procedencia de ese incremento provino del PAN y de ciudadanos que no sufragaron en 2006. Es multicausal la volatilidad del voto, en algunos casos en proactiva (a favor de algo); en otros, reactiva (en contra de algo), o ambas. Hay candidaturas que tienen registros de intención de voto más altos que sus partidos, ya sea por su credibilidad, carisma, honradez, eficiencia, sencillez o congruencia, como puede ser el caso de López Obrador y Morena en la actualidad, esos candidatos aportan votos a su partido. En otros, casos, el partido tiene el *marketing* de la marca, supera en

intenciones al mejor posicionado de sus candidatos, como es el caso del PAN. Caso singular es el del PRI en que candidatos y partido tienen registros de intención de voto moderado, y la aceptación de ambos es menor al rechazo que generan; crecer para esa opción es muy costoso y no le da legitimidad: el burro hablando de orejas (corrupción, impunidad, narcotráfico, inseguridad, pobreza, deterioro ambiental). Una candidatura presidencial que genere confianza desestabiliza al PAN y al PRI, cuyos votos duros serían insuficientes para competir; los votos que en elecciones locales tuvieron como des-

Los ciudadanos de 24 años o más que en 2006 y 2012 dicen haber votado por el PAN tenía 49 años en promedio en el año de aplicación de la encuesta, una escolaridad de 12 años (nivel medio superior); son amas de casas y empleados; seis de cada 10 de ellos percibían menos de cinco salarios mínimos; 59 por ciento tenía una valoración negativa del órgano electoral; 67 por ciento dijo que no se había respetado el sufragio en 2012; 92 por ciento afirmó que sí hubo compra de votos en ese año; 80 por ciento se sentía poco o nada satisfecho con la democracia; 58 por ciento de ellos dice estar representado por el PAN y 35 por ciento no se identifica con ninguna organización electoral; 51 por ciento se autodeclara antipriista y 38 por ciento antiperredista. En la elección de gobernador de Puebla de 2010, 92 por ciento de ellos dice haber votado por Rafael Moreno Valle, quizá no suceda así en 2016, ya que la candidatura independiente de Ana Teresa Aranda tiene actualmente, al menos, cuatro por ciento de la intención del voto y buena parte de éstas son del voto leal y constante del PAN.

Los ciudadanos de 24 años o más que en 2006 y 2012 dicen haber votado por el PRI tenía 51 años en promedio en el año de aplicación de la encuesta, una escolaridad de 10 años (primero de preparatoria); son amas de casas y empleados; seis de cada 10 de ellos percibían menos de cinco salarios mínimos; solo 16 por ciento tenía una valoración negativa del órgano electoral; 19 por ciento dijo que no se había respetado el sufragio en 2012; 26 por ciento afirmó que sí hubo compra de votos en ese año; 15 por ciento se sentía poco o nada satisfecho con la democracia. 83 por ciento de ellos dicen estar representado por el PRI y 17 por ciento no se identifican con ninguna organización electoral; 62 por ciento se autodeclara antiperredista y 19 por ciento antipanista. En la elección de gobernador de Puebla de 2010, 86 por ciento de éstos votaron por

Javier López Zavala y 12 por ciento por Rafael Moreno Valle. Los priistas de voto duro tendrían como segunda opción electoral al PAN. Una campaña negra podría quitarle seguidores al PRI y sumárselos al PAN.

Los seguidores de López Obrador tienen como primera opción electoral a Morena y al PRD, como segunda, al PAN. Los panistas tendrían como segunda opción electoral al PRD y Morena en tanto que los priistas tendrían como segunda opción al PAN, como ya se indicó. A la pregunta abierta, *¿Cuando oye el nombre de... a qué lo asocia?*, 5 por ciento de los ciudadanos que hemos identificado como núcleo duro de PRD le ve algún atributo positivo al PAN en tanto que 70 por ciento se lo ve al PRD; 13 por ciento de los ciudadanos leales y constantes al PAN le ven cualidades positivas al PRD en tanto que 65 por ciento se las ve al PAN; 12 por ciento del voto duro del PRI le ve atributos positivos al PAN y 49 por ciento al PRI. El PRI no es segunda opción de nadie y, para los leales y constantes a ese partido, solamente uno de cada dos le ve algo positivo, las posibilidades de crecimiento y competitividad electoral del PRI son precarias y cada vez más costosas. 6

Votó en julio 2012

	Enrique Peña Nieto	Josefina Vázquez Mota	Andrés Manuel López Obrador	Gabriel Quadri	No votó, No contestó	Total
Votó en 2006						
Roberto Madrazo Pintado	11.9	0.6	0.6	0.3	0.6	14
Felipe Calderón Hinojosa	6.1	24.1	8.4	0.0	3.5	42
Andrés Manuel López Obrador	1.2	0.6	30.3	0.3	1.4	24
Roberto Campa Cifrián	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1
No votó, No contestó	4.1	1.4	4.3	0.6	9.3	20
Total	24	27	34	1	15	100

• Fuente: Encuesta telefónica aplicada en el municipio de Puebla los días 6 al 8 de julio de 2012.

tino el PAN, pueden volcarse hacia las izquierdas en una elección presidencial.

Los ciudadanos de 24 años o más que en 2006 y 2012 dicen haber votado por Andrés Manuel López Obrador tenía 47 años en promedio en el año de aplicación de la encuesta, una escolaridad de 13 años (primero de licenciatura); son empleados, amas de casas y trabajadores por cuenta propia; siete de cada 10 de ellos percibía menos de cinco salarios mínimos; 75 por ciento tenía una valoración negativa del órgano electoral; 85 por ciento dijo que no se respetó el sufragio en 2012; 94 por ciento afirmó que sí hubo compra de votos en ese año; 89 por ciento se sentía poco o nada satisfecho con la democracia y, en seis de cada 10 casos, decían que había que pelear el resultado electoral de 2012. Solamente uno de cada dos de esos adláteres de López Obrador se siente identificado con el PRD, y siete de cada 10 dicen que nunca votarían por el PRI. En la elección de gobernador de 2010, la mitad de los sufragantes que López Obrador tuvo en 2012, dicen haber votado por Rafael Moreno Valle para gobernador en 2010. Es pausable que en la próxima elección de minigobernador en Puebla, una tercera parte de los votos que tuvo Moreno Valle en 2010 se vuelquen ahora al PRD y Morena, como ya sucedió en 2012.

José Gabriel Ávila-Rivera

El químico, mejor conocido como médico

Corría el año de 1888 cuando el sabio francés Louis Pasteur (1822-1895) a los 66 años de edad, dio un discurso en la inauguración de un instituto de investigación al que le pusieron su nombre (Institut Pasteur). En esa ocasión dijo: “Dos leyes opuestas parecen estar luchando hoy. La primera, una ley de sangre y muerte que está imaginando siempre nuevos medios de destrucción y obligando a las naciones a mantenerse constantemente preparadas para el campo de batalla; la otra, una ley de paz, de trabajo y de salud, que está ideando siempre nuevos medios para librar al hombre de los azotes que lo acosa”.

Por todos es claro que la postura actual de las naciones continúa en esa dirección. Al parecer nos orientamos más a la destrucción de nuestra especie que a la preservación; sin embargo, no deja de haber investigación que se orienta a buscar los elementos que nos permitan aspirar a vivir mejor.

Su nacimiento se dio el 27 de diciembre de 1822 en una comunidad llamada Dôle, de Francia. No fue un estudiante particularmente brillante. De hecho, tenía más inclinación por el desarrollo de las artes con un enfoque especial a la pintura. En 1842, obtuvo su título de bachillerato y aunque su desempeño fue mediocre en química, estudió en la Escuela Normal Superior de París (École Normale Supérieure) convirtiéndose en profesor de física.

Entre 1847 y 1853 dio clases de química en el Liceo de Dijon y Estrasburgo. Ahí descubrió el dimorfismo del ácido tartárico, lo que constituyó su primer aporte a la ciencia de un carácter transcendental. Resulta que ciertas sustancias formadas por cristales, pueden desviar la luz hacia la izquierda (Levógiras) o hacia la derecha (Dextrógiras). El ácido racémico es una forma de ácido tartárico en la que no hay desviación de la luz, debido a que tiene dos tipos de cristales. La sal sódico-amónica del ácido racémico produce cristales de diferente tipo entre dos de sus componentes. Por eso durante su cristalización se pueden separar dos clases de cristales, cada una integrada por los correspondientes cristales que desvían la luz en forma levógira o dextrógira.

Pasteur, alentado por este descubrimiento, volcó su pasión hacia la química, investigando a partir de entonces tres grandes áreas de la biología: la generación espontánea, diversos tipos de fermentación y sobre todo, enfermedades contagiosas de plantas, animales y el hombre.

Con respecto a la generación espontánea, demostró que todo ser vivo proviene de otro ser ya existente, estableciendo una ley denominada biogénesis; condición que ahora es aceptada sin duda alguna pero que hasta los trabajos de Pasteur fue motivo de intensas, acaloradas, enardecidas y apasionadas discusiones.

En relación a las fermentaciones, descubrió que la presencia de ciertos microorganismos era determinante para dar lugar a modificaciones de ciertas sustancias o elementos. La destilación del azúcar de remolacha daba como resultado la formación de alcohol; sin embargo, en ocasiones se echaba a perder, poniendo en riesgo a la industria de la destilería. Las muestras descompuestas tenían una inmensa cantidad de microbios. Convirtiéndose casi

ENCONTRÓ QUE EL CALENTAMIENTO LIGERO (49 GRADOS PARA EL VINO) DURANTE UN TIEMPO RELATIVAMENTE CORTO QUE NO AFECTABA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA BEBIDA, MATABA A LOS MICROBIOS QUE ECHABAN A PERDER LOS VINOS. ESTO TUVO UNA REPERCUSIÓN ECONÓMICA MUY IMPORTANTE PARA FRANCIA QUE ELEVÓ LA FAMA DE LOUIS PASTEUR SIN PRECEDENTES. DE HECHO ESTE MÉTODO ACTUALMENTE SE CONOCE COMO PASTEURIZACIÓN EN HONOR A ÉL



• Louis Pasteur in his laboratory, pintura de Albert Edelfeldt

en cocinero, tras múltiples ensayos, encontró que el calentamiento ligero (49 grados para el vino) durante un tiempo relativamente corto que no afectaba las características de la bebida, mataba a los microbios que echaban a perder los vinos. Esto tuvo una repercusión económica muy importante para Francia que elevó la fama de Louis Pasteur sin precedentes. De hecho este método actualmente se conoce como

pasteurización en honor a él y se aplica a la industria de la leche o la conservación de alimentos y bebidas.

Con esta fama, los productores de seda le plantearon un problema. Una enfermedad conocida como pebrina, provocaba una franca disminución en la producción hasta conducir a los cultivadores casi a la ruina. Fueron necesarios alrededor de cinco años de trabajo (sin descuidar otras investigaciones) para que resolviera el misterio, que se basaba en una enfermedad infecciosa que se podía observar en las mariposas disecadas. Enseñando a los productores cómo revisar a los animales infectados y quemarlos, resolvió el asunto y nuevamente se llenó de gloria.

Pero tuvo otras dos proezas que se pueden considerar verdaderamente monumentales: El estudio del ántrax o carbunco que por la alta mortalidad de animales a los que afectaba, generaba una gran cantidad de cadáveres putrefactos en tierras a las que llegaron a denominar campos malditos. No importaba que enterrasen a los animales. La enfermedad les afectaba en una forma verdaderamente inexorable. Su aguda capacidad de observación le hizo ver que las lombrices de tierra transportaban las esporas de bacterias a la superficie, infectando a los animales. La forma de resolver este problema fue bastante simple: quemar a los animales muertos por ántrax en lugar de solo enterrarlos.

Aunque también estudió el cólera de las gallinas, la erisipela en el cerdo, la neumonía de los bovinos, la infección generalizada o septicemia, los furúnculos y la osteomielitis, por lo que más se le recuerda es por su lucha contra la rabia o hidrofobia.

Innumerables intentos de aislar al microbio que ocasionaba esta terrible enfermedad, incluyeron la extracción de saliva entre las mandíbulas de animales rabiosos y el hallazgo de una mayor concentración de gérmenes invisibles en la médula espinal. La exposición de esta médula al aire condicionaba una menor capacidad de generar infección. Hizo un suero con este material y bajo una serie de estudios sorprendentes, descubrió que al inyectar este suero en cantidades cada vez mayores, se evitaba el desarrollo de la enfermedad en un ser vivo que hubiese sido atacado por un animal rabioso.

Una crisis motivó la urgente necesidad de probar este medio de curación en humanos. El niño Joseph Meister (1876-1940) fue la primera persona en quien se evitó la infección por el virus de la rabia, el 6 de julio de 1885, cuando fue sometido a inyecciones con el suero de Pasteur después de haber sido mordido por un perro rabioso. Este éxito le dio notoriedad mundial y opacó sus otros logros. Por eso es conocido erróneamente más como médico que como químico.

Poco antes de morir dio un discurso a un grupo de jóvenes expresando: Primero pregúntate ¿qué he hecho para mi educación? Y al adelantar gradualmente ¿qué he hecho por mi patria? Hasta que llegue el momento en que puedas tener la inmensa dicha de pensar que has contribuido de alguna manera al progreso y el bien de la humanidad”. ❧

La vida cotidiana de los Aztecas en vísperas de la conquista

Alberto Cordero

Sobre el vasto territorio de México, desde dos o tres milenios antes de nuestra era hasta el año fatídico de 1519 que presenció la invasión de los europeos, se han sucedido tantas civilizaciones diversas, elevándose cada una a su tiempo para después desplomarse como las olas del mar, que es necesario situar con precisión, en el tiempo y el espacio, el tema del presente libro.

Introducción

La civilización mexicana estaba en pleno auge. No había transcurrido un siglo desde que el primero de los grandes soberanos aztecas, Itzcoatl (1428-1440), había fundado la triple alianza. En México-Tecochtitlán a 2 mil 200 metros de altitud, en las orillas de las lagunas y sobre el agua misma de ellas, fue donde se construyó en unas cuantas décadas el poder más extenso que jamás conociera esta parte del mundo.

En Europa, el mundo moderno comienza a moler su mineral. En este año de 1507 en el cual los mexicanos, una vez más, “ataron los años” encendiendo el Fuego Nuevo sobre la cima del Uixachtécatl, Lutero acababa de ordenarse sacerdote. Hace un año que Leonardo da Vinci ha pintado la Gioconda y que Bramante ha comenzado la erección de la Basílica de San Pedro, en Roma. Francia está empeñada en grandes guerras con Italia; en Florencia, Nicolás Maquiavelo es Ministro de la Guerra. España ha realizado la reconquista de su suelo venciendo a los moros de Granada. Ningún blanco sabe todavía que más allá del Estrecho de Yucatán y del Golfo de México hay tierras inmensas, con ciudades en las que los hombres se amontonan como hormigas con sus guerras, sus Estados y sus templos.

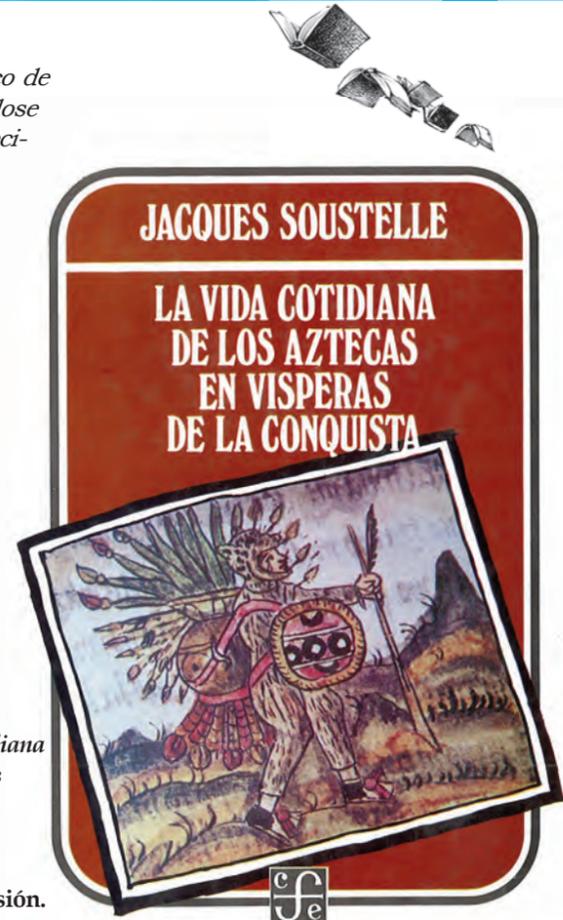
En cada “capital” de las provincias conquistadas por los aztecas residía un funcionario, el calpixqui, encargado de recaudar el impuesto. Sólo había gobernadores nombrados por el poder central en ciertas plazas fuertes situadas en las fronteras o en las regiones recientemente sometidas. Las ciudades incorporadas conservaban sus propios jefes con la condición única de pagar el tributo; otras sólo estaban sujetas a enviar regalos más o menos obligatorios al emperador, o a suministrar alojamiento y provisiones a las tropas o a los funcionarios que estaban de paso; otras, en fin, colonizadas de manera más estricta habían recibido nuevos gobernadores enviados de México. Cada ciudad conservaba su autonomía administrativa y política, con la sola reserva de pagar impuesto, suministrar contingentes militares y de someter, en última instancia, sus litigios a los tribunales de México o de Texcoco. No existía, pues, una verdadera centralización; lo que nosotros llamamos imperio azteca era más bien una confederación nada rígida de ciudades-estado con situaciones políticas muy diversas.

I. La ciudad

En la época de la conquista española, la ciudad de México englobaba a la vez a Tenochtitlán y la Tlatelolco. La plaza central de Tenochtitlán, como las de los barrios, debía servir como mercado. “Tiene esta ciudad muchas plazas, escribe Cortés, donde hay continuos mercados y trato de comprar y vender.” “Y sin embargo, agrega, tiene otra plaza tan grande como dos veces la ciudad de Salamanca, toda cercada de portales alrededor. Donde hay cotidianamente arriba de sesenta mil ánimas comprando y vendiendo; donde hay todos los géneros de mercaderías que en todas las tierras se hallan, así de mantenimientos como de vituallas, joyas de oro y de plata”, etcétera.

Sandalías, cuerdas, pieles de jaguar, de puma, de zorra y de venado, crudas o curtidas, se amontonaban en los lugares reservados a ese tipo de mercancía, junto con plumas de águila, de gavilán y de halcón. Se vendía maíz, frijol, semillas oleaginosas, cacao, chile, cebolla y mil especies de legumbres y de hierbas; Pavos, conejos, liebres, carne de venado, patos y perritos cebados, mudos y sin pelo, que tanto apreciaban los aztecas; frutas, camotes, miel, almíbar de caña de maíz (sic) o de maguey; sal, colores para teñir telas y para escribir, cochinilla, índigo; vasijas de barro cocido de todas formas y dimensiones, calabazas, vasos y platos de madera pintada; cuchillos de pedernal o de obsidiana, hachas de cobre, madera para construcción, tablas, vigas, leña, carbón de madera, trozos de madera resinosa para antorchas, papel de corteza o de áloe; pipas cilíndricas de carrizo, llenas de tabaco y listas para usarse; todos los productos de la lagunas, los peces, las ranas y los crustáceos y hasta una especie de “caviar” formado por los huevos de insectos recogidos en la superficie del agua; y estereras, sillas, braseros...

Había en todas partes un amontonamiento prodigioso de mercancías, una abundancia inaudita de artículo de todo género que una muchedumbre compacta — llena de rumores, pero de ninguna manera ruidosa, tal como son todavía los indígenas actuales, serios, reposados— rodeaba deambulando alrededor de las canastas. “Hay (en este mercado), dice Cortés, casas como de boticarios, donde se venden las medicinas hechas, así potables como ungüentos y emplastos. Hay casas como de barberos, donde lavan y rapan las cabezas. Hay casas donde dan de comer y beber por precio.”



Jacques Soustelle, (1955/2014), *La vida cotidiana de los Aztecas en vísperas de la conquista*, México. FCE, vigésima reimpresión.

II. La sociedad y el Estado a principios del siglo XVI

Desde su nacimiento, el varón está consagrado a la guerra. El cordón umbilical del niño se entierra junto con su escudo y unas flechas en miniatura. Se le dirige un discurso en el cual se le anuncia que ha venido al mundo a combatir. El dios de los jóvenes es Tezcatlipoca, también llamado Yaotl “el guerrero”, y Telpochtli, “el joven”. Es el que preside las “casas de jóvenes”, telpochcalli, que reciben, en cada barrio, a los adolescentes desde la edad de seis o siete años. La educación que se imparte en esos colegios es esencialmente militar, y los jóvenes mexicanos no sueñan más que en distinguirse. Desde los diez años, se les cortan los cabellos dejando crecer solamente un mechón, piochtli, sobre la nuca, que sólo podrán cortar el día en que, en combate, hayan hecho un prisionero.

Sin duda, “La vida cotidiana de los aztecas en vísperas de la conquista”, de Jacques Soustelle, es una publicación singular. Editada originalmente en francés, en 1955, y después publicada en español por el Fondo de Cultura Económica —y reimpresa en varias ocasiones—, marcó un precedente importante, pues el autor acudió a diversas fuentes históricas como los escritos de Sahagún, Durán, Torquemada y otros cronistas, así como a diversos códices. De esta manera y de primera mano, Soustelle brindó una visión de los pormenores de la vida diaria en la ciudad de Tenochtitlan, basándose no solamente en los documentos antiguos, sino en el dato arqueológico. ☺

acordero@fcm.buap.mx ✉

Centro de Desarrollo MEMS INAOE (CD-MEMS INAOE) TALLER NACIONAL DE MEMS Aplicaciones en Ingeniería Biomédica / 22-24 Junio 2016

Objetivo: Presentar una revisión de la tecnología de MEMS con aplicaciones en el campo de Ingeniería Biomédica y áreas relacionadas. Abordar los fundamentos tecnológicos en Micromaquinado Superficial y Micromaquinado de Volumen para el diseño y fabricación de sensores capacitivos y otros prototipos de interacción directa con el medio biológico. Desarrollar prácticas básicas de mediciones eléctricas in vitro en el laboratorio. Se harán planteamientos de proyectos de investigación con el objetivo de establecer colaboraciones entre los grupos interesados considerando la infraestructura del LI-MEMS INAOE.
Impulsar el desarrollo de nuevos grupos con actividades académicas y/o investigación relacionadas con tecnología de

Contenido general

- 1 Fundamentos de Tecnología de Microsistemas (MEMS)
- 2 BioMEMS e Ingeniería Biomédica
- 3 Fisiología Humana, células y neuronas
- 4 Sensores de Iones (ISFET) y aplicaciones
- 5 Dispositivos para cultivo celular y MEMS
- 6 Sensores capacitivos
- 7 Microcomponentes flexibles con poliimidas
- 8 Prácticas de Laboratorio

Información adicional:

Dr. Wilfrido Calleja / wcallega@inaoep.mx



Notas:

Las actividades no serán limitadas al campo de Ingeniería Biomédica. Se está gestionando la participación de un Laboratorio Clínico.

Perfil del asistente:

Profesionales de Medicina y Fisiología, Ingeniería Biomédica, Ing. Mecatrónica, Ing. Eléctrica, Ing. Electrónica, áreas relacionadas en la Ciencia de Materiales.

Alberto Carramiñana



EL PRIMER AÑO DE OBSERVACIONES DE HAWC

En la meseta Norte del volcán Sierra Negra, a 4 mil 100 metros de altitud, el observatorio HAWC (High Altitude Water Cherenkov) ha comenzado el estudio de los fenómenos más energéticos del cosmos. Ubicado dentro del Parque Nacional Pico de Orizaba, a un kilómetro del Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano, con el que comparte infraestructura, HAWC fue inaugurado el 20 de marzo de 2015. A un año después, HAWC ha captado más de 500 mil millones de rayos cósmicos y detectado rayos gamma de decenas de objetos celestes.

Radiación gamma y cascadas atmosféricas

Los rayos gamma (γ) son el tipo más extremo de radiación electromagnética: mientras que los fotones asociados a la luz visible tienen energías de entre 2 y 3 electrón-volts (eV), los rayos γ alcanzan millones, o incluso billones de veces más energía. Son capaces de materializarse y producir, por ejemplo, un electrón y un positrón. Por fortuna, la atmósfera nos protege de fotones con energías de millones de eV¹, los cuales tienen que ser detectados con telescopios espaciales, como *Fermi*. A energías aún mayores, los rayos γ tienen un efecto medible en la atmósfera: al incidir en la atmósfera el fotón produce un electrón y un positrón; estos a su vez emiten cada uno un fotón de forma que proceso desencadena una cascada atmosférica de partículas. Partículas de alta energía que inciden en la atmósfera terrestre, conocidas como rayos cósmicos, generan cascadas similares. Un rayo cósmico o un rayo γ con una energía de un Tera-electrón volt¹ produce una cascada con decenas de miles de partículas secundarias.

Observatorios de rayos gamma

Las cascadas atmosféricas pueden detectarse con telescopios Cherenkov atmosférico que se apuntan a objetos determinados para su estudio en detalle durante observaciones dedicadas. Los telescopios Cherenkov atmosférico requieren cielos oscuros y despejados. Debido a su limitado campo de visión y tiempo de observación son ineficientes para estudiar zonas extensas del firmamento.

Otra forma de estudiar rayos γ de muy alta energía es con arreglos de detectores que registran las partículas secundarias de las cascadas. Además de tener un campo de visión grande, descrito por un cono de 45° alrededor del cenit, estos arreglos funcionan las 24 horas del día sin ser afectados por condiciones climáticas. Milagro fue el primer observatorio Cherenkov de agua con la capacidad de distinguir rayos γ de rayos cósmicos y así realizar estudios astronómicos. En operación entre 1999 y 2008, MILAGRO detectó la nebulosa del Cangrejo, la galaxia activa Mrk 421 y dos regiones del plano de la Galaxia. Milagro estaba situado en Nuevo México a 2 mil 600 m de altitud; sus resultados sirvieron para promover un mejor arreglo a una mayor altitud: HAWC. Siguiendo el ejemplo de Milagro, HAWC opera continuamente detectando objetos que transitan sobre Sierra Negra. El campo de visión de HAWC equivale a 15 por ciento del cielo y barre 2/3 del mismo cada día sideral. Esto le permite observar diariamente cada objeto que transita en su campo de visión por hasta seis horas, acumulando gradualmente una exposición cada vez más profunda. HAWC es capaz de detectar la nebulosa del Cangrejo en un solo tránsito, separando 400 rayos γ de este objeto de mil 700 millones de eventos diarios.

El mapa de primer año de HAWC

Al cumplir el primer año desde la inauguración, la colaboración HAWC ha hecho público un mapa que abarca 70 por ciento del cielo visto a energías de alrededor de 1 TeV dominado por tres fuentes puntuales brillantes, y decenas de objetos a lo largo del plano de la Vía Láctea. Este mapa es similar al de MILAGRO, como es de esperarse; pero, al ser mucho más profundo, revela mayores detalles. Los principales rasgos son:

— La nebulosa del Cangrejo, asociada a la supernova del año 1052, contiene uno de los primeros pulsares descubiertos. La emisión pulsada de estos objetos, muy brillante en rayos X y rayos γ de baja energía, rara vez alcanza energías por encima de decenas de GeV. La interacción de partículas de alta energía provenientes del pulsar con el remanente de la supernova domina la emisión vista por HAWC. Al ser la fuente más brillante del cielo, el Cangrejo es la fuente de referencia para el instrumento: se emplea como calibración, para afinar métodos de separación entre fotones y rayos cósmicos, y verificar la resolución angular. HAWC es el único instrumento capaz de hacer un seguimiento diario y continuo del Cangrejo en estas energías.

— Menos esperadas son las detecciones de las nebulosa centradas en Geminga y cerca del pulsar PSR 0656+14. Geminga es un pulsar menos energético que el Cangrejo pero que estando 20 veces más cercano, también destaca en el cielo. La emisión extendida de Geminga, detectada marginalmente con MILAGRO, aparece claramente en HAWC.

— Markarian 421 y 501 son dos galaxias activas de tipo BL Lac, las cuales son dominadas casi enteramente por su núcleo, donde se cree que reside un hoyo negro con una masa de mil millones de veces la del sol, ingiriendo enormes cantidades de materia. Estos dos objetos aparecen prominentes en HAWC y son monitoreados de manera diaria. Muestran clara variabilidad, de manera que Mrk 421 a veces rebasa en brillo al Cangrejo. Mrk421 y



• Mapa del cielo visto en rayos gamma de energías TeV por HAWC. Están marcadas las tres fuentes puntuales más brillantes: de derecha a izquierda, la Nebulosa del Cangrejo, Markarian 421 y Markarian 501; y del lado izquierdo se aprecia la emisión del Plano de la Vía Láctea, tanto en el Cisne como la banda más al Sur.

Mrk 501 son galaxias activas relativamente cercanas. Los rayos γ de alta energía interaccionan con luz extragaláctica limitando observaciones a un horizonte de unos 10,000 millones de años-luz. Hay varias galaxias activas, tanto blazares como

radiogalaxias, dentro de este rango, las cuales están siendo investigadas. Su estudio revelará tanto acerca de ellas como de la luz extragaláctica.

— En el plano de la Galaxia se distinguen dos regiones de emisión intensa, una de las cuales corresponde a Cygnus. HAWC ha detectado alrededor de 40 objetos en la Galaxia, de los cuales la cuarta parte no habían sido reportados anteriormente. Muchos de los objetos detectados son extendidos e interpretados como enormes nubes de gas o remanentes de supernova, permeadas por rayos cósmicos relativistas.

Este mapa nos da una probada de lo que irá viendo HAWC. El acumular una exposición de cielo cada vez más profunda nos permitirá estudiar estos objetos en mayor detalle, además de revelar nuevas fuentes aún por debajo del umbral de detección. Entre los pendientes está el determinar si los destellos de rayos gamma son capaces de emitir fotones con energías de TeV. HAWC ha acechado varios de estos eventos, pero sin la suerte de tener uno propicio dentro de su campo de visión para poder probar la emisión de mayor energía. Asimismo, HAWC opera de manera coordinada con observatorios como los telescopios Cherenkov atmosférico FACT, MAGIC y Veritas; el telescopio espacial de rayos γ *Fermi-LAT*, y el de rayos X *Swift*; y ha dado seguimiento puntual a reportes de neutrinos astrofísicos por IceCube y, más recientemente, de ondas gravitacionales con LIGO.

Los planes a corto plazo incluyen la expansión de HAWC con un arreglo periférico de tanques de pequeñas dimensiones distribuidos de manera dispersa que le permitirá ampliar sus capacidades en las energías más altas, por encima de 10 TeV.

HAWC es una colaboración de cerca de 30 instituciones de México y Estados Unidos, a la que recientemente se han incorporado el instituto Max Planck de Física Nuclear de Heidelberg, Alemania, y la Universidad de Cracovia en Polonia, además de la participación de un investigador asociado de la Universidad de Costa Rica.✉

alberto@inaoep.mx ✉

Nota

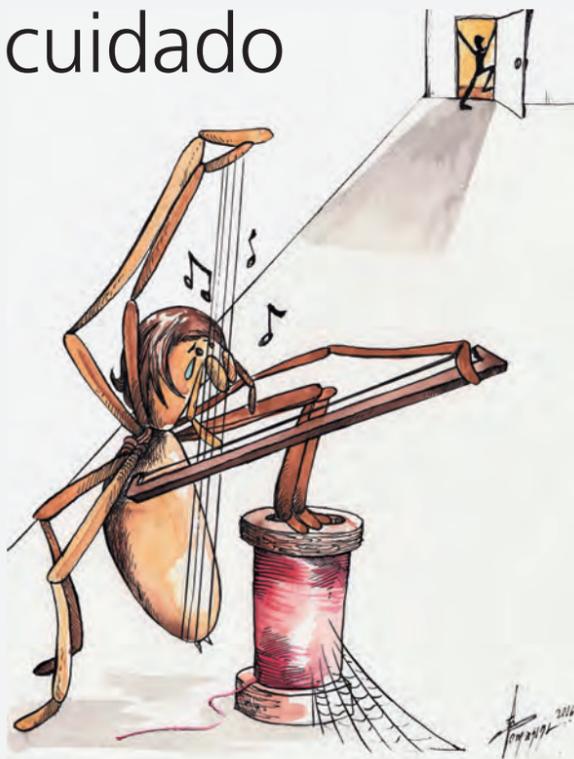
MeV por Mega-electrón Volt: 1 MeV = 1 000 000 eV; GeV por Giga-eV: 1 GeV = 1 000 000 000 eV; 1 TeV por Tera-eV: 1 TeV = 1 000 000 000 000 eV.

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

Un violín de cuidado

Entre las hojas de laurel, marchitas,
de la corona vieja,
que en lo alto de mi lecho suspendida,
un triunfo no alcanzado me recuerda,
una araña ha formado
su lóbrega vivienda
con hilos tembladores
más blancos que la seda,
donde aguarda a las moscas
haciendo centinela
a las moscas incautas
que allí prisión encuentran,
y que la araña chupa
con ansiedad suprema.

Segmento del poema *La Araña*, de Julio Flores.



de las arañas más venenosas en nuestro país, también es prudente por parte de la población humana tomar las medidas preventivas para evitar algún encuentro con ella, recordemos que es un depredador y que si encuentra un sitio con las características ambientales idóneas y con disponibilidad de alimento. Entonces, esta araña agradecerá la hospitalidad.

Es importante tomar medidas de precaución y evitar tener lugares que puedan albergar a estos individuos en casa; de esta forma lograremos disminuir de manera importante la posibilidad de encontrarnos con ellas, y lo más importante, evitar hacer de su figura, el enemigo público número uno. Todos los arácnidos juegan un papel muy importante en la naturaleza, principalmente como controladores de plagas, como lo son mosquitos, cucarachas, moscas, entre otros, que por cierto, tampoco nos gusta tener en casa, entonces, si evitamos estos espacios que invitan a estas fabulosas arañas a hacer de nuestro hogar su hogar y evitamos matarlas o mejor aún, nos informamos sobre su historia de vida, seguramente en ese momento dejaremos de espantarnos y empezaremos a respetar y convivir con estos organismos, recordemos que el porcentaje más alto de mordeduras se presenta cuando pretendemos matarlas o les molestamos, éstos, al igual que muchos animales sin dudar, no morirán sin dar pelea. ☺

f Tras las huellas

t @helaheloderma

trashuellasdelanaturaleza@hotmail.com ✉

Recientemente hemos escuchado en los medios de información casos que involucran a una violinista; esta violinista seguramente nunca ha hecho sonar un violín en su vida, pero que sin duda ha hecho mucho ruido en los últimos días.

Loxosceles es un género al que pertenece nuestra hermosa araña violinista, araña de rincón o reclusa parda, como le llaman en diferentes lugares, no solo de México, ya que es importante mencionar que este género de arácnidos se distribuye en prácticamente todo el mundo. En el continente americano este género se encuentra generosamente representado, ya que contamos con 101 especies, de las cuales aproximadamente 41 se encuentran en territorio mexicano, al norte, centro y sur de este.

Este género de arañas es verdaderamente interesante ya que habitan desde los bosques templados hasta los tropicales pasando por los pastizales y chaparrales, gusta de explotar lugares oscuros, ya que son organismos nocturnos, y con una humedad considerable (microhábitat), se alimenta principalmente de insectos y algunos otros artrópodos, que son cazados al cobijo de la oscuridad, algunos menos afortunados presa de su telaraña, trampa mortífera construida cuidadosamente por estas interesantes arañas.

Estos arácnidos no son agresivos...

Sin embargo al ser molestados, indudablemente se defenderán y al intentar matarlas, entonces es cuando se presentan las mordeduras por lo que es bueno saber que cuenta con un potente veneno proteolítico y necrótico, motivo por el cual se ha hablado tanto de este género en días recientes. Este veneno es usado principalmente para cazar a las presas de las cuales se alimenta; no te preocupes, los humanos no somos parte del menú, pero si son agredidas, no dudarán en utilizarlo.

Es importante resaltar que las arañas tienen una digestión externa y que el veneno ayuda a iniciar este proceso, una vez que la presa ha muerto la araña inyectará en el orificio dejado por los quelíceros, jugos digestivos los cuales formarán una papilla que la araña succionará, dejando al final solo parte del exoesqueleto vacío; una de las estructuras que han dado el éxito a estos organismos sin duda son los túbulos de Malpighi.

Loxosceles reclusa es la especie más buscada en el centro de México. Es el *Chapo* de las *Loxosceles*. Al parecer es culpable de una cantidad importante de mordeduras, si por casualidad cruza tu camino; a continuación compartiremos sus características particulares para ser identificada. *L. reclusa* mide de ocho a 15 mm de largo, con las patas extendidas alcanza hasta los 30 mm; su color es café; su abdomen oval, y en el dorso; como seña particular, presenta una cutícula en forma de violín invertido en el cefalotórax. De ahí su nombre común.

Esta pequeña araña, de mucho cuidado, ha logrado despertar la preocupación de autoridades, medios de información, población civil y científica, digna de la admiración de muchos. Si bien es una

mos que el porcentaje más alto de mordeduras se presenta cuando pretendemos matarlas o les molestamos, éstos, al igual que muchos animales sin dudar, no morirán sin dar pelea. ☺

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

INAOE

Dr. Eduardo Tepichín Rodríguez
Laboratorio de Ciencias de la Imagen y Física de la Visión
01(222) 2 66 31 00 ext. 1224
tepinin@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@cfm.buap.mx
01(222) 2 29 55 00 ext. 5730



Efemérides



Junio 03, 06:24. Saturno en oposición. Distancia geocéntrica: 9.0149 U.A.

Junio 03, 10:54. Luna en perigeo. Distancia geocéntrica: 361,140 km. Iluminación de la Luna: 4.3%.

Junio 05, 02:59. Luna Nueva. Distancia geocéntrica: 363,403 km.

Junio 05, 08:36. Mercurio en su máxima elongación oeste. Elongación del planeta: 24.2 grados.

Junio 06, 21:13. Venus en conjunción superior. Distancia geocéntrica: 1.7354 U.A.

Junio 11, 20:31. Júpiter a 2.2 grados al Norte de la Luna en la constelación del León. Configuración observable en las primeras horas de la noche hacia el horizonte poniente. Elongación del planeta: 83.3 grados.

Junio 12, 08:09. Luna en Cuarto Creciente. Distancia geocéntrica: 399,177 km.

Junio 14, 11:30. Máxima extensión iluminada de Mercurio. Fase: 82.15 grados.

Junio 15, 12:00. Luna en apogeo. Distancia geocéntrica: 405,024 km. Iluminación de la Luna: 78.4%.

Junio 19, 00:54. Saturno a 2.4 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 del 18 de junio. Elongación del planeta: 163.5 grados.

Junio 20, 11:02. Luna Llena. Distancia geocéntrica: 395,000 km.

Junio 20, 22:34. Inicio del verano.

Junio 27. Lluvia de meteoros Bootidas de Junio. Actividad del 22 de junio al 02 de julio, con el máximo el 27 de junio. La taza horaria de meteoros es variable. El radiante se encuentra en la constelación de Bootis con coordenadas de AR=224 grados y DEC=+48 grados. Asociada con el cometa 7P/Pons-Winnecke.

Junio 27, 18:18. Luna en Cuarto Menguante. Distancia geocéntrica: 371,338 km.

Junio 29, 23:37. Marte estacionario. Elongación del planeta: 134.4 grados.

✉ jvaldes@inaoep.mx

BAÑOS DE CIENCIA Y LECTURA EN CASA DEL PUENTE
Talleres de ciencia y lectura para niños

11/JUNIO
Mapas, un acertijo matemático
Carmina Sánchez Zárate/FCFM-BUAP

Edad: 6 a 12 años
Horario: 11:00 h a 13:00 h
Lugar: Casa del Puente
Calle 5 de Mayo # 607, Centro Histórico, entre 6 y 8 Poniente, San Pedro Cholula

Entrada Libre
Mayor información:
Dirección de Divulgación y Comunicación, INAOE
<http://www.inaoep.mx/difusion@inaoep.mx>
Tel: 01(222) 266 31 00, exts. 7010-7017

BAÑOS DE CIENCIA con el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano en Ciudad Serdán
Talleres de ciencia y lectura para niños

Junio 4
Mapas de la luz
Juana Medina (INAOE)

Lugar: Centro Cultural Casa de la Magnolia
Ciudad Serdán, Puebla. Horario: 11:00 h

Informes Lic. Cindy Robles, crobles@inaoep.mx, Tel. 45 22584
www.inaoep.mx • www.lmtgtm.org

ENTRADA LIBRE

Itziar Aretxaga

LAS BESTIAS DE PLANCK: las galaxias más brillantes del cielo milimétrico

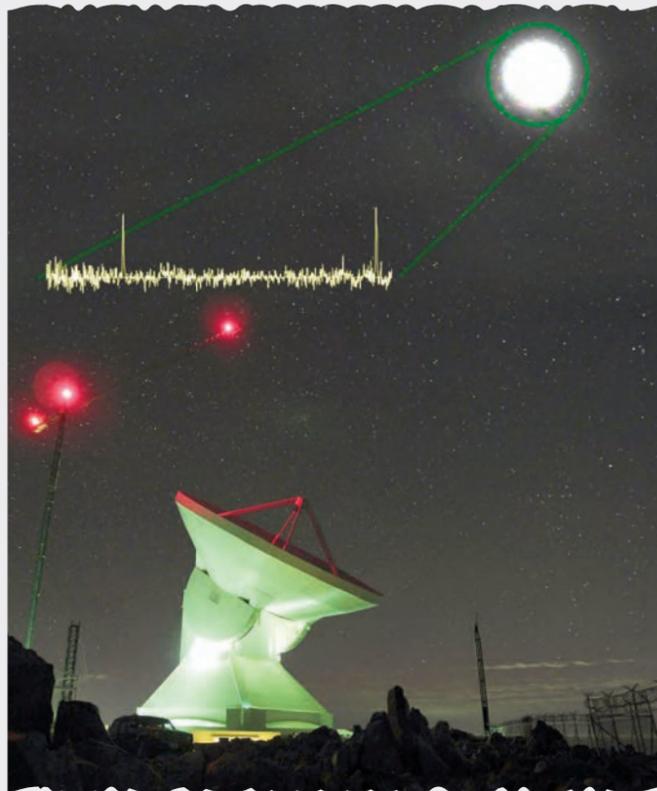
Sentimos pasión por conocer los extremos, como si en su existencia se encontrara la clave de lo realmente posible. Identificar las partículas subatómicas más elementales, es una empresa que ha agrupado a los físicos de todas partes del mundo, alrededor de potentes aceleradores que se encargan de golpear y romper las partículas conocidas en sus partes. Asimismo, los astrónomos buscamos las estructuras cósmicas más grandes del Universo observable escudriñando el cielo en sus diferentes frecuencias de emisión desde grandes observatorios.

Entre 2009 y 2013 la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés European Space Agency) operó el satélite Planck, con un telescopio de 1.5 m de diámetro a bordo, encargado de realizar mapas precisos de todo el cielo en longitudes de onda entre 0.3 y 10mm. El objetivo era estudiar en gran detalle el fondo cósmico de radiación de microondas, una pantalla de luz casi perfectamente uniforme que se liberó unos 370 mil años después de la gran explosión origen del Universo, cuando éste se enfrió lo suficiente, como para que los núcleos de los átomos pudieran retener electrones que dieran lugar a los primeros átomos neutros. Esta radiación cósmica se detecta hoy en día a una temperatura escalofriantemente fría de 2.7K (-270.45 grados Celsius) con una composición energética que los expertos llaman Planckiana. Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947) fue un físico alemán que realizó grandes contribuciones en física cuántica, lo cual le valió el premio Nobel de Física en 1918. La misión de la ESA lleva su nombre en su honor.

Un subproducto de la misión Planck es el catálogo de fuentes compactas, fruto de la radiación emitida por astros en la línea de visión hacia la pantalla uniforme origen de la radiación cósmica. Lo que es un contaminante para los estudiosos de esta última, resulta un tesoro a explotar para aquellos que nos dedicamos a estudiar la formación y evolución de galaxias. La mayor parte de estas fuentes compactas para el satélite Planck, que tiene una muy limitada nitidez de imagen debido al pequeño tamaño de su espejo primario, son galaxias cercanas, galaxias con emisión proveniente de la actividad generada alrededor de un hoyo negro supermasivo o galaxias lejanas que están formando estrellas a tasas más de mil veces mayores a la de nuestra propia galaxia, la Vía Láctea.

Nuestro equipo, encabezado por el estudiante de licenciatura de la Universidad de Massachusetts en Amherst (EUA), Kevin Harrington, buscó entre las 24 mil fuentes del catálogo Planck aquellas que más probablemente correspondían a galaxias lejanas en formación y que además tenían sus brillos amplificadas por lentes gravitatorias en nuestra línea de visión hacia estas galaxias, ya que esto nos facilitaría su estudio. Se buscaron las fuentes Planck en catálogos trazados en longitudes de onda similares por, el también satélite de la ESA, Herschel, que ha cubierto a través de diferentes programas públicamente disponibles unos 175 grados cuadrados del cielo (de los 41 mil 253 grados cuadrados rastreados por Planck). Herschel con un diámetro de 3.5 m mejora la nitidez de la imagen por un factor 10, a la misma frecuencia de operación que Planck, pero además los colores registrados por Herschel son clave para discriminar galaxias cercanas, contaminantes para nuestro objetivo.

Al igual que los vidrios de las lentes ópticas, la gravedad también puede desviar la luz y producir efectos ópticos de amplificación y distorsión. Este fenómeno, conocido como lente gravitatoria, actúa como un auténtico telescopio natural, permitiendo la detección de astros débiles cuya luz en camino a nuestro planeta pasa cerca de una galaxia o grupo de galaxias masivos. Trabajos realizados anteriormente nos permitieron probar con el satélite Herschel que si buscamos sistemas que excedan un brillo umbral en microondas, el 100



• Detección del GTM de dos líneas del monóxido de carbono en la galaxia PJ160917.8 a 10,800 millones de años luz. Las líneas son el producto de la desexcitación de la molécula, del cuarto y tercer estado excitado rotacional al tercero y segundo. Esta galaxia tiene una tasa de formación estelar 21,000 veces mayor que la Vía Láctea, obviando el factor corrector de la amplificación gravitatoria, que es desconocido hasta el momento.

por ciento de los objetos con brillo sobresaliente son galaxias polvorientas a grandes distancias cósmicas, amplificadas frecuentemente por otras galaxias que se encuentran en la línea de visión del observador y ejercen como lentes gravitatorias. En el estudio piloto encabezado por Harrington utilizamos este brillo umbral para identificar los ocho mejores candidatos de entre la lista de 235 fuentes comunes entre los catálogos de Herschel y Planck.

Con el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano (GTM), situado en la cima del Tlitépetl (4 mil 600 m, Puebla) realizamos exposiciones cortas, de unos 10 minutos, con la cámara de imagen AzTEC operando a 1.1mm, para comprobar si las fuentes Planck eran realmente galaxias lejanas, lo cual debía traducirse en una apariencia puntual. GTM, con sus 32 m de diámetro operativos en la actualidad, tiene una nitidez de imagen de 8.5 segundos de arco (equivalente al tamaño aparente de un balón de fútbol a 6 km de distancia), 35 veces mejor que la de Planck. Los ocho objetos seleccionados en nuestra muestra mostraron ser puntuales para la nitidez del GTM. Además descompusimos la luz proveniente de estos astros con el buscador de corrimientos al rojo del GTM, un espectrógrafo que opera a 3mm. Para los ocho objetos, en integraciones de 20 a 60 minutos, pudimos detectar líneas de emisión del monóxido de carbono (CO) desplazadas a longitudes de ondas más largas que las correspondientes a las medidas en laboratorio (desplazamiento llamado técnicamente corrimiento al rojo), lo que nos da una medida de la distancia a la que se encuentran estas galaxias, de entre 11 mil y 22 mil millones de años luz. Gran parte de estas galaxias no tenían distancias conocidas.

Con esas distancias y el brillo aparente a 1.1mm, complementado por el brillo detectado por Planck, Herschel y otros satélites, podemos deducir la luminosidad intrínseca de las galaxias, con la salvedad de que esta luminosidad está amplificada por la lente gravitatoria por un factor todavía desconocido. Obviando este factor corrector, que puede llegar a ser grande, las luminosidades deducidas para las fuentes las sitúa entre las galaxias más brillantes jamás conocidas, radiando el equivalente de entre 10 a 250 billones de veces la luminosidad del Sol, unas 100 y 3 mil veces más que la Vía Láctea. La característica más sobresaliente es que esta radiación proviene principalmente de nuevas generaciones de estrellas, y deducimos que las galaxias sostienen tasas de formación de nuevas estrellas de entre mil y 30 mil veces más virulentas que las de la Vía Láctea, lo que las convierte en verdaderas bestias de formación estelar.

La muestra estudiada por el GTM, de tan sólo ocho de las 24 mil fuentes de Planck, abre una nueva ventana para estudiar las galaxias en formación fuertemente amplificadas. Estudiar las 24 mil fuentes de Planck con el GTM directamente, sería inviable. Solamente en imagen, requeriríamos 2 mil 500 horas de observación. Sin embargo, los nuevos catálogos de Herschel y la utilización de otros telescopios infrarrojos panorámicos abren la posibilidad de pasar de este programa piloto a un programa con una muestra más significativa de la que derivar las propiedades más extremas de las galaxias en formación. ☞

Este texto se basa en los resultados presentados por el estudiante de licenciatura Kevin Harrington y colaboradores en nuestro artículo "Early Science with the Large Millimeter Telescope: Observations of Extremely Luminous High-z Sources Identified by Planck" que apareció publicado en la revista *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, en marzo de 2016, basado en datos obtenidos con el GTM en 2014.

agenda



El Centro de Investigación en Ciencias Microbiológicas del ICUAP invita a Encuentros Simposio de Modelos Microbianos de Importancia para la Salud, Investigación Básica y Biotecnología

2 y 3 de junio 2016

Informes e Inscripciones: Dr. Candelario Vázquez Cruz
2 29 55 00 ext. 2536 / ecobacilos@yahoo.com

El posgrado de Estomatología invita a su Diplomado "Diagnóstico y Tratamientos Básicos Periodontales"

3 y 4 de junio de 2016

Informes: Mtra. Vianey Lino Aguilar 2 29 55 00 ext. 5526
Correo electrónico: dipomadoperiobuap@gmail.com

La escuela de Biología invita al Curso-Taller "Condiciones para el Óptimo Crecimiento de las Orquídeas"

Del 13 al 16 de junio de 2016

Inscripciones hasta el 9 de junio de 2016

Orquídeas In Vitro... Una Opción de Producción

Del 27 al 30 de junio de 2016

Inscripciones hasta el 23 de junio de 2016.

Informes: 2 29 55 00 ext. 7074 / maria.navarro@correo.buap.mx

La Dirección General de Innovación Educativa invita al Diplomado en Desarrollo de Competencias para la Investigación Tercera Edición Modalidad a Distancia

Del 20 de junio al 3 de diciembre de 2016

Informes: 2295500 ext. 7900 / linda.sanchez@correo.buap.mx

La Facultad de Economía invita al 4° Seminario Internacional del CEDES "Desarrollo y Disputas Socio-Territoriales"

Del 10 al 12 de agosto de 2016

Informes: 2 29 55 00 ext. 7802 / vinculacion.educontinua@gmail.com

La Facultad de Economía invita al Curso "Derivados Financieros para Certificación AMIB y Desarrollo Profesional Técnico"

Del 13 de agosto al 29 de octubre de 2016

Inscripciones hasta el mes de junio

Informes: 2 29 55 00 ext. 7802 / vinculacion.educontinua@gmail.com

La Facultad de Ciencias Físico Matemáticas invitan al 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.fcfm.buap.mx



2 Norte 1205 A (12 Oriente),
72810 San Andrés Cholula,
Puebla, México.

Rutas en Casa Nueve

Conferencias para todo público

3 de junio

Biónica, mapeo de señales en el cuerpo humano

Francisco Márquez Aquino (INAOE) / 18:30 horas

Baños de ciencia y Lectura en Casa Nueve

Talleres para niños de 6 a 12 años

4 de junio

Mapas y robots

Daniel Mocencahua, Daniela Flores (FCE-BUAP) / 11:00 a 13:00 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

4 de junio

Mapas de la luz / Juana Medina (INAOE) / 11:00-13:00 horas

Mapeando el Universo en el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural (CESDER)

Municipio de Zautla, Puebla

10 de junio / Talleres, planetario, telescopios



Casa del Puente

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

Universo de los mapas en Casa del Puente

Conferencia para todo público

10 de junio

Mapeando el láser

Carlos Treviño (INAOE) / 18:30 horas

Baños de Ciencia y Lectura en la Casa del Puente

Talleres para niños de 6 a 12 años

11 de junio

Mapas, un acertijo matemático

Carmina Sánchez (FCFM-BUAP) / 11:00-13:00 horas

VII Congreso Nacional

de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud

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.

16 al 18 de junio

Baños de Ciencia en el museo de Córdoba

Calle 3, Centro, 94500 Córdoba, Ver.

18 de junio

Una ruta al medio ambiente

Esteban Mejía (INAOE-GTM) / 11:00 a 13:00 horas

Programa de alfabetización

Municipio de Pahuatlán

24 y 25 de junio

Talleres, telescopios, planetario, conferencia

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

25 de junio

Mapeando a Don Goyo / María Yaqueline Romero Ochoa

(INAOE-CRECTEALC) / 11:00-13:00 horas

La saliva tiene testosterona y el estrógeno. Cuando besas, estás teniendo una experiencia química.

· Helen Elizabeth Fisher - Antropóloga (1947-)

En el estudio de la química se cometieron los mismos errores que en el estudio de la astronomía, pero finalmente los químicos pudieron desembarazarse de los alquimistas.

· Henri De Saint Simon - Filósofo (1760-1825)



Épsilon

Jaime Cid

EL UNIVERSO DE LOS MAPAS EN CASA DEL PUENTE

Conferencias para todo público

10/JUNIO

Mapeando el láser Carlos Treviño/INAOE

Entrada Libre

Sede: Casa del Puente
Calle 5 de Mayo #607, Centro Histórico,
entre 6 y 8 Poniente, frente a Baños Tlálloc,
San Pedro Cholula

Mayor información: <http://www.inaope.mx>

Horario: 18:30 h

Dirección de Divulgación y Comunicación

Correo: difusion@inaope.mx

Tel: 01(222) 266 31 00, exts. 7010-7017

