

# SABERES Y CIENCIAS

octubre 2013 · número 20 año 2 · Suplemento mensual

 **La Jornada**  
de Oriente

# Astronomía



## Editorial

**Un Estado de Derechos**

Normativamente la Carta Magna consigna el disfrute de algunos derechos humanos: educación, alimentación, salud, vivienda, niñez, medio ambiente, planificación familiar, cultura, agua y saneamiento, y cada vez son más los mexicanos excluidos de esos derechos. Los tres niveles del Poder Ejecutivo compiten para liderar estrategias y políticas que generan mayores desigualdades e injusticias sociales y, en sentido inverso, favorezcan el enriquecimiento de las empresas transnacionales. El agua es un recurso escaso y los recursos hídricos están sobreexplotados para favorecer un crecimiento económico depredador de los recursos naturales: un vacuno consume al día más de 100 veces la cantidad de agua que una persona, y las actividades primarias consumen nueve veces más agua que todo el consumo doméstico nacional; sin embargo, el ajuste siempre es por el consumo doméstico y no en la agricultura y ganadería intensivas.

El agua es el derecho básico para acceder a los otros derechos, y es obligación del Estado garantizar su acceso en condiciones óptimas de cantidad, calidad y precio. Nadie puede ser excluido de su servicio por insolvencia económica, y privatizar ese servicio es garantía de lo contrario. En lugar de modificar la Ley de Aguas del estado de Puebla en

la perspectiva de mejorar la calidad del servicio y garantizar su acceso a través de una dotación básica que permita mejorar las condiciones de higiene y salud de la población (por ejemplo la gratuidad de 12 metros cúbicos de agua por familia al mes), se privatiza ese servicio y se da autonomía de gestión a particulares para que determinen a su libre albedrío las tasas y tarifas del servicio de agua y saneamiento. Si Pemex se privatiza, es pecata minuta privatizar el Sistema Operador de Agua Potable de los municipios, las vialidades públicas o los fondos de pensiones de los trabajadores.

La nueva Ley de Aguas recién aprobada por el Congreso local contraviene preceptos constitucionales y normas federales, por lo que proceden los amparos colectivos o individuales para impedir este atropello de los derechos humanos. Mejorar las condiciones de vida de la población y no empeorarlas es lo que se espera de un gobierno, si no democrático, al menos sensible a su legitimidad. El crecimiento económico promovido por las grandes empresas transnacionales no sólo es depredador de nuestros recursos naturales, sino también expoliatorio del patrimonio familiar y de nuestra dignidad; políticas redistributivas y proactivas es lo deseable para generar empleos y mejorar el poder de compra de las mayorías, no la privatización de los bienes públicos.



• La imagen de nuestra portada es el cometa Ikeya-Seki, descubierto en 1965. Fotografía obtenida con la Cámara Schmidt de Tonantzintla  
Archivo Institucional INAOE



## Directorio

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

DIRECTORA GENERAL  
Carmen Lira Saade  
DIRECTOR  
Aurelio Fernández Fuentes

CONSEJO EDITORIAL  
Alberto Carramiñana  
Jaime Cid Monjaraz  
Alberto Cordero  
Sergio Cortés Sánchez  
José Espinosa  
Julio Glockner  
Mariana Morales López  
Raúl Mújica

COORDINACIÓN EDITORIAL  
Sergio Cortés Sánchez

REVISIÓN  
Aldo Bonanni  
EDICIÓN  
Denise S. Lucero Mosqueda

DISEÑO ORIGINAL Y FORMACIÓN  
Leticia Rojas Ruiz

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

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

AÑO II · No. 20 · Octubre 2013

## Contenido

3 **Presentación**

**El placer de descubrir y de enseñar**  
RAÚL MÚJICA

## 4 y 5

**¿Será ISON uno de los cometas más brillantes de los últimos años?**  
JOSÉ RAMÓN VALDÉS

## 6

**Instrumentos ópticos y el INAOE**  
FERMÍN SALOMÓN GRANADOS AGUSTÍN  
Y MARÍA ELIZABETH PERCINO ZACARÍAS

7 y 8 **La entrevista**

**¿Quieres ser astrónomo?**  
DENISE LUCERO MOSQUEDA

## 9

**Del Aula al Universo:  
Un telescopio para cada escuela**  
ROGELIO CRUZ, ALBERTO CORDERO,  
ALEJANDRO ARNAL Y RAÚL MÚJICA

## 10

**El tesoro astronómico de Tonantzintla**  
GUADALUPE RIVERA Y RAÚL MÚJICA

## 11

**Fotografiando agujeros negros desde México**  
JONATHAN LEÓN-TAVARES

## 12

**A la caza de exoplanetas**  
CARLOS DEL BURGO

13 **Tras las huellas de la naturaleza**

**Tras las huellas de Tzabcan...**

JUAN JESÚS JUÁREZ, TANIA SALDAÑA, CONSTANTINO VILLAR

14 **Homo sum**

**Agua: mercantilización de un bien público**  
SERGIO CORTÉS SÁNCHEZ

15 **Tekhne Iatriké**

**Iatroastrología o medicina astrológica**  
JOSÉ GABRIEL ÁVILA-RIVERA

16 **Desarrollando ciencia**

**La importancia del Observatorio HAWC en el estado de Puebla**  
MÁXIMO ROMERO JIMÉNEZ

**Efemérides**

**Calendario astronómico Octubre 2013**  
JOSÉ RAMÓN VALDÉS

17 **Reseña de libros**

**Vivir**  
ALBERTO CORDERO

## 18

**¿Qué es la radiación y cómo la detectamos?**  
MARTÍN RODOLFO PALOMINO MERINO

19 **A ocho minutos luz**

**El Universo violento visto desde Puebla**  
GUADALUPE RIVERA

20 **Agenda**

**Épsilon**  
JAIME CID

Raúl Mújica \*

**El placer de descubrir y de enseñar**

A pesar de que cada vez es menos frecuente que observemos el cielo debido a nuestros hábitos, pasamos mucho tiempo encerrados, y a la iluminación artificial, que apunta hacia cualquier dirección, menos donde se requiere, siempre nos sorprendemos cuando, desde un sitio alejado de la ciudad, podemos contemplar un cielo repleto de estrellas.

Podemos entonces imaginar la fascinación que esto provocaba en nuestros ancestros, quienes al pasar más tiempo bajo un cielo estrellado, seguramente estaban más familiarizados con los patrones de estrellas y con su movimiento. Notaron que algunos objetos no seguían el movimiento de la bóveda, como los planetas, y por eso mismo les asignaron ese nombre: “errantes” o “vagabundos”. Sin embargo, de cuando en cuando, aparecían en el cielo objetos que noche a noche aumentaban su brillo y que desarrollaban una especie de larga cabellera, de allí el nombre de cometas, y que podían volverse espectaculares. Luego de un tiempo, el objeto iba cambiando de orientación alejándose y volviéndose cada vez más débil, hasta desaparecer.

Los descubridores de estos objetos debieron recibir gran reconocimiento, quizá por esto, desde hace mucho algunas personas se dedican a mirar el cielo buscándolos, ya que no sólo les da fama sino que los vuelve inmortales, pues el cometa tendrá su nombre. Esto fue tan importante en algunas épocas, que el astrónomo Charles Messier compiló, alrededor de 1770, su famoso catálogo de objetos difusos para evitar que los buscadores de cometas, como él mismo, los confundieran y, frecuentemente, reportaran como nuevos cometas. Lo sorprendente es que el catálogo incluye remanentes de estrellas supernovas, cúmulos de estrellas, nubes de formación estelar y galaxias, cuyo estudio ha dado una perspectiva mucho más amplia a la Astronomía.

Un cometa se acerca, el ISON, y ha generado gran expectativa; no sabemos qué le sucederá al tener su máximo acercamiento al Sol, pero por lo mientras, en este número, José Ramón Valdés nos presenta un texto con la información que se tiene hasta la fecha. Esperemos nos dé un buen espectáculo.

El descubrimiento en Astronomía no se centra, desde luego, sólo en estos objetos. Astrónomos de todas las ramas tratan siempre de estudiar grandes muestras de sus objetos de interés, observar lo más débil, lo más lejano, con los telescopios e instrumentos más modernos. Por eso, en este número presentamos artículos con descubrimientos recientes desarrollados por astrónomos de nuestra región, incluyendo investigaciones sobre instrumentación y equipo astronómico.

Como ya hemos comentado, en números previos dedicados a la Astronomía, nuestra región se distingue, desde hace unos 70 años, por grandes descubrimientos astronómicos. La Cámara Schmidt de Tonantzintla dejó un legado que aún tiene un gran potencial, sus placas astronómicas, aquellas donde se descubrieron miles de objetos que hicieron famosos a los astrónomos mexicanos de esa época. Esta colección consta de más de 15 mil placas que están siendo digitalizadas para que, con técnicas y equipo de cómputo recientes, sean reanalizadas. Guadalupe Rivera nos platica de posibles descubrimientos en ellas, mientras que Carlos del Burgo nos platica sobre un tema muy actual en astronomía: el descubrimiento de otros planetas y nos comenta su contribución en el tema. Otra área de gran reconocimiento es la Óptica, que ha estado siempre muy relacionada con la astronomía. Fermín Granados



nos narra desde los primeros trabajos, hace ya más de 40 años, que se hicieron en óptica, hasta los más actuales, relacionados con grandes telescopios.

En los últimos años, a través de grandes colaboraciones, se han desarrollado dos grandes proyectos astronómicos que se localizan en el volcán Sierra Negra, el GTM y HAWC. Ambos nos han dado recientemente buenas noticias, el GTM se conectó con otros radiotelescopios para mostrar algunas de sus capacidades de observación, Jonathan León Tavares nos explica su importancia y su potencial para descubrir cosas novedosas. En el caso de HAWC, se tienen ya en funcionamiento 100 tanques, de los 300 que lo constituirán, con los cuales ya es posible tener observaciones científicas, dos artículos en este número nos hablan de diferentes aspectos de este experimento.

Por otro lado, el año anterior, estudiantes del posgrado de Astronomía de la UNAM en el DF organizaron una reunión, este año, con la finalidad de extenderla a estudiantes del INAOE, les propusimos organizarla en Tonantzintla; el resultado es que se extendió a todas las instituciones que tienen estudios de posgrado en la rama, y más de 80 estudiantes asis-

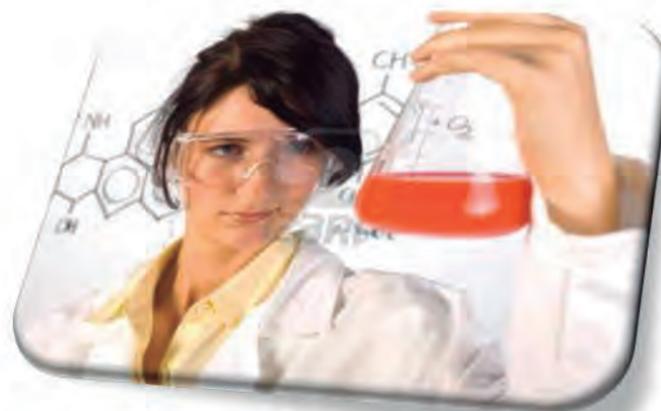
tieron al INAOE para la segunda Reunión de Estudiantes de Astronomía. Denise Lucero aprovechó la ocasión para preguntar a varios de ellos, entre otras cosas, qué les hizo seguir esta especialidad.

Dos pasos antes, para estudiantes, del nivel medio y medio superior, existe un programa, originalmente para Puebla y Tlaxcala, que está teniendo un auge muy importante en otros estados como Oaxaca, Querétaro y Sonora: Del Aula al Universo, donde estudiantes de clubes de astronomía ensamblan su telescopio y aprenden a utilizarlo para luego compartirlo con su comunidad, esparciendo el conocimiento astronómico y científico no sólo en su escuela, sino también entre la población cercana. Los representantes de las instituciones involucradas escriben sobre los resultados a la fecha y los planes futuros.

Dice una amiga, Luz Chapela, que a la menor provocación exhorto, a quien se deje, a mirar el cielo, a conocer sobre el universo; bueno, no puedo dejar pasar esta excelente ocasión para reiterarlo. Espero que los artículos incluidos en este número de SABERE SIENCIAS tengan este efecto, que generen interés por la astronomía y por redescubrir el cielo.

**UPAEP** Departamento de Ciencias Biológicas  
**Área de Química**

ACADEMIA MEXICANA DE CIENCIAS  
**XXIII**  
**Olimpiada Estatal de Química**



**9 de Noviembre de 2013** Campus Central  
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, UPAEP

La Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, la Academia Mexicana de Ciencias, el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, la Universidad de las Américas Puebla y el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla CONVOCAN a estudiantes de nivel medio superior (preparatoria y bachillerato) que cursen sus estudios en algún plantel público o privado en el Estado de Puebla a participar en la XXIII Olimpiada Estatal de Química en los niveles A (último año de bachillerato o equivalente, nacidos después del 1° de Agosto de 1994) y B (primer o segundo año de bachillerato o equivalente, nacidos después del 1° de Agosto de 1995)

Mayor información en: <http://oequimica-puebla.blogspot.mx>

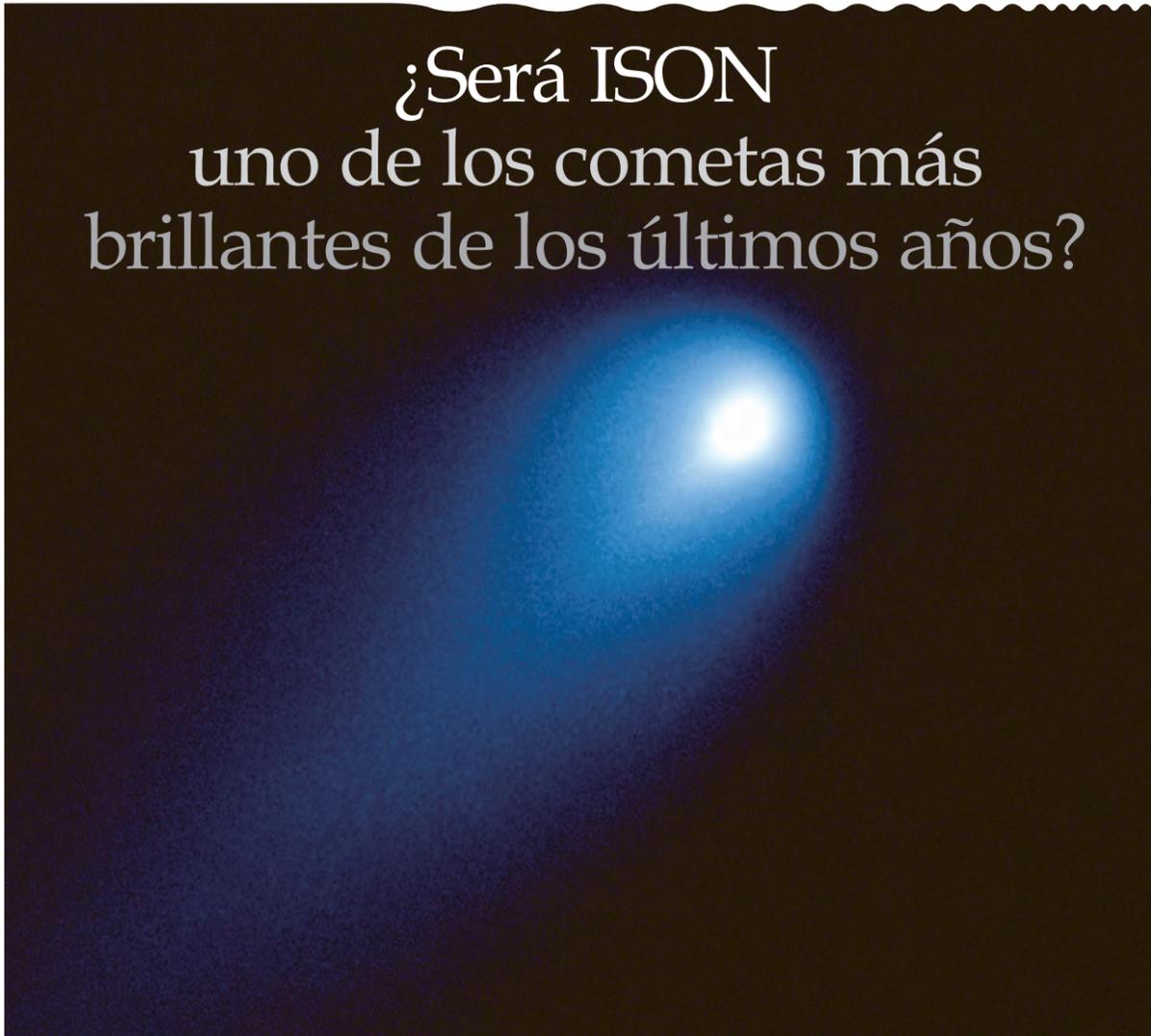
Contacto: M.C. Alfredo C. Benítez Rojas, Delegado de la Olimpiada Estatal de Química  
Correo: [alfredocesar.benitez@upaep.mx](mailto:alfredocesar.benitez@upaep.mx) u [olimpiadaquimica@upaep.mx](mailto:olimpiadaquimica@upaep.mx)

\* [rmujica@inaoep.mx](mailto:rmujica@inaoep.mx)



José Ramón Valdés \*

## ¿Será ISON uno de los cometas más brillantes de los últimos años?



▲ Imagen del cometa ISON, en luz visible, tomada por el Telescopio Espacial Hubble. Crédito: NASA, ESA, J.-Y. Li (Planetary Science Institute), and the Hubble Comet ISON Imaging Science Team

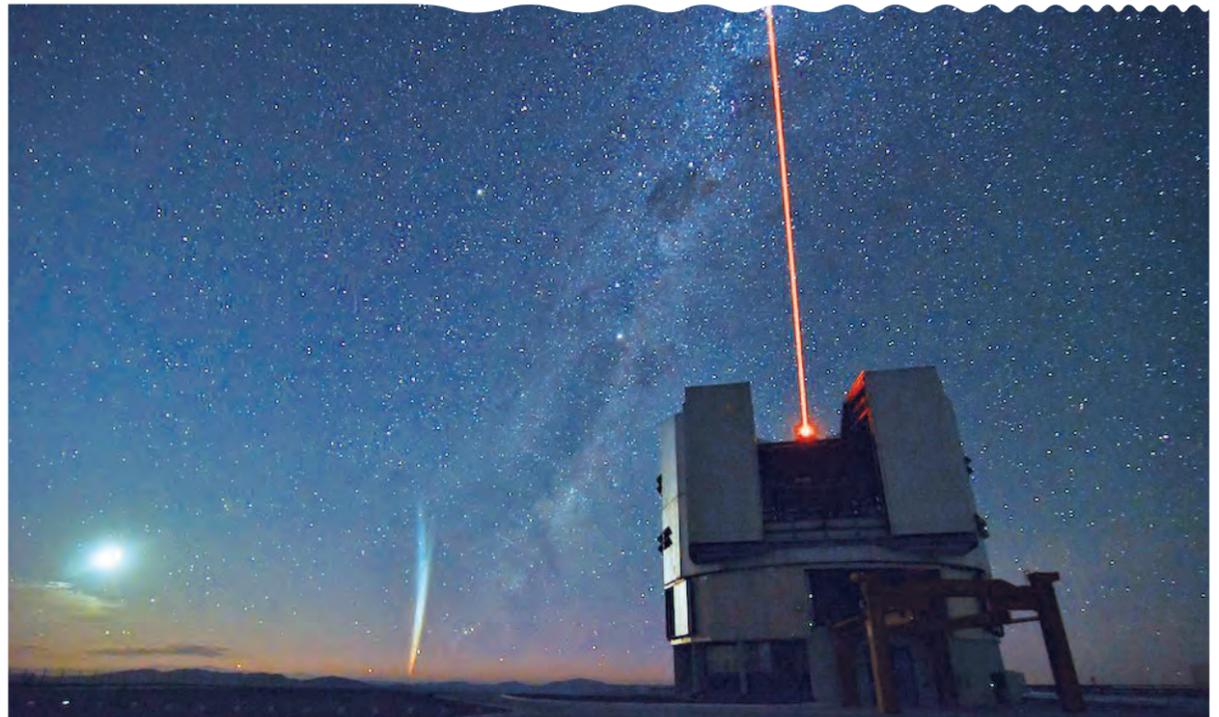
▼ Cometa Lovejoy desde el Observatorio Paranal en Chile • Gabriel Brammer

Mientras lees estas líneas el cometa ISON (C/2012 S1) se está enfrascando en la parte más peligrosa de su aventura. A toda velocidad se dirige, con destino incierto, a un encuentro muy cercano con el Sol. Su máximo acercamiento tendrá lugar el próximo 28 de noviembre y pasará a sólo 1.2 millones de kilómetros de su superficie, prácticamente rozando la atmósfera externa de nuestra estrella. Este evento, definitivamente, decidirá el futuro del cometa.

Desde su descubrimiento, el 21 de septiembre de 2012, mucho se ha especulado sobre la posibilidad de que este cometa se convierta en uno de los más importantes de los últimos años debido a lo cerca que pasará del Sol y a lo brillante que puede resultar si sobrevive a este encuentro. De cualquier manera, tendremos que esperar unas semanas más para ver qué pasará con esta "bola de hielo sucio".

Existen tres posibles escenarios para el destino de un cometa fresco, como ISON, en su primer paso por el Sol. El más desfavorable podría representar la destrucción del cometa en cualquier momento antes de su paso por el perihelio. Los elementos volátiles del cometa están prácticamente intactos y nunca han experimentado la radiación solar ni sus esfuerzos gravitacionales. Al acercarse al Sol, los gases y el polvo pueden comenzar a liberarse a tasas tan grandes que el cometa se convertiría en un cuerpo estructuralmente inestable, llegando a su destrucción o fragmentación. Este escenario no permitiría que el cometa alcance el brillo necesario para ser visible a simple vista. Recientemente el cometa Elenin tuvo este destino.

Si ISON logra alcanzar a su perihelio podría llegar a ser un cometa brillante que posteriormente se evapora en las proximidades del Sol. Desde principios de octubre el cometa se hará accesible, incluso para telescopios pequeños, hasta que



comience a desaparecer, a finales de octubre, en el resplandor del Sol. Reaparecerá a mediados de noviembre como un cometa brillante, alcanzando su máximo brillo unas horas después de su paso por el perihelio a finales de noviembre. Sin embargo, la radiación solar y las fuerzas de mareas gravitacionales podrían comenzar a cobrar su cuota y el cometa se podría disipar, convirtiéndose en un objeto difuso, que puede ser visible a simple vista, pero que irá apagándose gradualmente en las próximas semanas.

Estas dos opciones, aunque no son las más favorables, no deben desalentar a los amantes de los cometas. Cuando el cometa Lovejoy (C/2011 W3) se precipitó en la atmósfera

del Sol en diciembre de 2011, su núcleo se desintegró en pequeños pedazos de hielo y polvo, y aun así resultó un gran espectáculo visible en los cielos del hemisferio sur.

La tercera posibilidad implica que el ISON sobreviva a su encuentro con el Sol y se convierta en lo que todos esperamos: en uno de los cometas más brillantes de los últimos años. La luz solar iluminará la larga cola del cometa y, después del perihelio, el ISON emergerá como un cometa grande y brillante, que puede llegar a alcanzar magnitudes estelares negativas, del orden de -3 o -4, mucho menos brillante que la Luna llena, contrario a lo que se ha pronosticado en algunos sitios.

Los cometas son cuerpos celestes muy impredecibles y el ISON no será la excepción, de manera que es muy difícil pronosticar cuál será su destino y, en cualquiera de las situaciones analizadas anteriormente, cuál será el máximo brillo que alcance. Esta incertidumbre ha motivado un extraordinario interés de la comunidad astronómica internacional por estudiar este cometa antes de su paso por el perihelio y tratar de aprender lo más que se pueda, sin importar cuál sea su suerte.

Ya hay algunos resultados importantes obtenidos de las observaciones. Desde fechas tan tempranas en el año como los días 17 y 18 de enero, la misión espacial de la NASA *Deep Impact*, lanzada especialmente para el estudio de cometas, observó durante 36 horas al cometa ISON, a una distancia de 793 millones de kilómetros del Sol (más de cinco veces la distancia de la Tierra al Sol).

El video producido por estas observaciones se puede consultar en la página de la NASA ([http://www.nasa.gov/mision\\_pages/deepimpact/main/index.html](http://www.nasa.gov/mision_pages/deepimpact/main/index.html)). Los resultados preliminares indican que, aún en el sistema solar exterior, ISON era ya un cometa activo, con una cola que se extendía a unos 64 mil 400 kilómetros del núcleo. Como la cantidad de polvo que se produce es proporcional al tamaño del cometa, se espera que el ISON sea un cometa más activo que el promedio pero, ciertamente, menos activo que el Hale-Bopp que nos visitó entre 1996 y 1997.

Por otro lado, con *Swift*, un observatorio espacial de la NASA dedicado al estudio de las explosiones de rayos Gamma en el Universo, el pasado 30 de enero, utilizando el Telescopio Ultravioleta-Óptico a bordo, científicos de la Universidad de Maryland y del Observatorio Lowell observaron al cometa ISON con el objetivo de determinar su producción de polvo y vapor de agua y, con esto, inferir el tamaño del núcleo de hielo del cometa. Típicamente el agua en el núcleo de un cometa permanece congelada hasta que éste se encuentra a una distancia no menor a tres unidades astro-

4

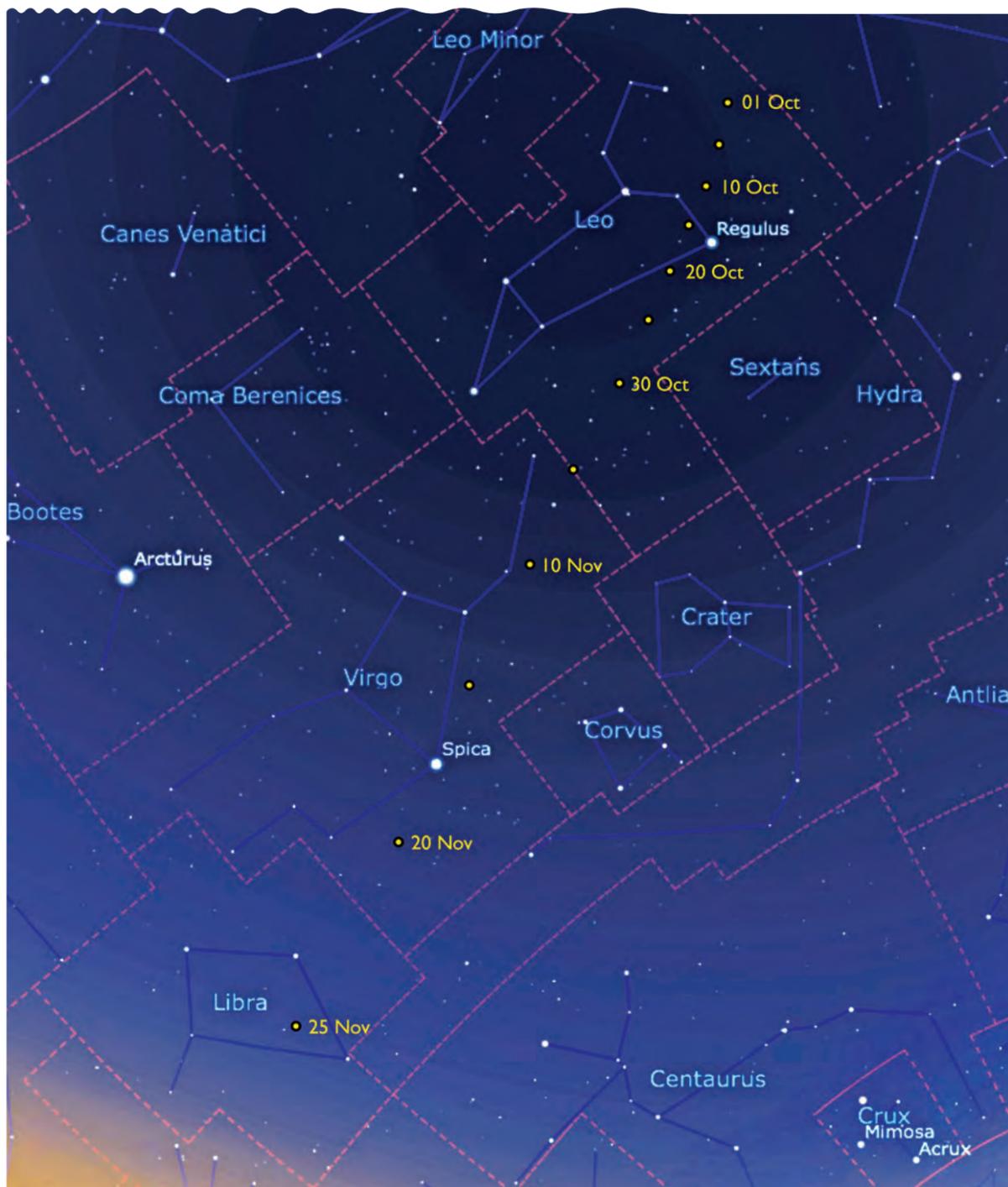
nómicas, y esta molécula rápidamente se rompe en átomos de hidrógeno y en moléculas de hidroxilo (OH) cuando se expone a la radiación ultravioleta del Sol. Aunque Swift no pudo detectar directamente agua, sí pudo detectar luz producida por la molécula OH. Estas observaciones revelaron que a 740 millones de kilómetros del Sol, el núcleo del cometa liberaba alrededor de 51 mil kg de polvo y 60 kg de vapor de agua cada minuto. Estos resultados apuntan a que, a grandes distancias, la cola de gas del cometa no está sostenida por el vapor de agua, sino por elementos más volátiles como el CO y el CO<sub>2</sub>. A pesar de que estas mediciones tienen cierto grado de error por la lejanía del cometa, se estimó el tamaño del núcleo en unos 5 km de diámetro (el núcleo del cometa Hale-Boop es de unos 30 km).

El 13 de junio pasado, el ISON se encontraba a 502 millones de km del Sol cuando las cámaras infrarrojas del Telescopio Espacial *Spitzer* de la NASA, que observan a 3.6µm y 4.5µm, detectaron una fuerte emisión de CO<sub>2</sub> y se estimó que, a esta distancia, el cometa estaba produciendo 1 millón de kg de CO<sub>2</sub> y 54.4 millones de kg de polvo cada día. La cola del cometa alcanzaba unos 300 mil km de longitud. Estas observaciones permitieron determinar su tamaño y su masa con mayor precisión. El núcleo del cometa se estimó en 4.8 km y su masa entre 3.2x10<sup>9</sup> y 3.2x10<sup>12</sup> kg.

Otros observatorios astronómicos en el mundo, como el Gemini Norte, han observado al cometa ISON en los últimos meses, confirmando los resultados que hemos comentado. La imagen que acompaña este artículo fue tomada por el Telescopio Espacial Hubble el 10 de abril, cuando el cometa se encontraba a 635 millones de km del Sol. La coma o cabeza del cometa se calculó en unos 5 mil km de diámetro y su cola de polvo en 91 mil 700 km de longitud.

Antes de llegar a su perihelio, ISON nos ofrecerá un espectáculo más, la visita al planeta Marte. El 1 de octubre, el cometa pasará a sólo 0.07 unidades astronómicas del planeta, alrededor de seis veces más cerca de lo que pasará de la Tierra. El satélite en órbita alrededor de Marte el *Mars Reconnaissance Orbiter*, cuenta con un potente telescopio de 50 cm de diámetro llamado HiRISE (*High Resolution Imaging Science Experiment*), que será utilizado los días 20 de agosto, 29 de septiembre, 1 y 2 de octubre para estudiar la atmósfera y la cola del cometa. Se planea que el explorador *Curiosity* también participe en esta campaña de observación, pero todo dependerá de qué tan brillante sea el cometa en ese momento. Este acercamiento a Marte es de crucial importancia, ya que el ISON se encontrará muy cerca de la distancia a la cual la radiación solar comienza a sublimar los hielos de agua que constituyen el 80-90% de la masa del núcleo de hielo. Por esta razón, el HiRISE tendrá un asiento en primera fila y sus observaciones serán muy importantes para determinar si el núcleo del cometa tendrá el tamaño suficiente para resistir un paso tan cercano con el Sol. Ésta pudiera ser la primera clave para saber cuál será el futuro del ISON que en los próximos meses será, sin duda, el objeto astronómico más observado, con 16 observatorios espaciales de la NASA participando en una campaña internacional de observación, la cual está abierta a todo público (<http://www.isoncampaign.org>).

El máximo acercamiento del cometa con la Tierra tendrá lugar el 26 de diciembre y pasará a 0.4 unidades astronómicas (60 millones de km) de nuestro planeta. El investigador Paul Wiegert, de la Universidad de Western Ontario, ha modelado la trayectoria de las partículas de polvo eyectadas por el cometa y ha sugerido que alrededor del 12 de enero de 2014, cuando la Tierra pase a través de este flujo, pudiera ocurrir una lluvia de meteoritos muy particular. Este flujo estará formado por granos de polvo muy pequeños, del orden de algunas micras, que entrarán a la atmósfera con velocidades del orden de unos 56 km/s y que serán frenadas rápidamente por las capas superiores de la atmósfera. En lugar de ver los destellos naturales de los meteoros que entran en la atmósfera, las partículas de polvo caerán suavemente a la Tierra en cuestión de meses o incluso años. Esta fina lluvia de partículas de polvo será imperceptible y puede producir nubes noctilucenas en las regiones polares al actuar



• Localización de ISON en octubre. El mapa está orientado hacia el Este, justo antes de la salida del Sol. El cielo corresponde al 15 de diciembre a las 5:00 horas de tiempo local. Cada punto amarillo corresponde a la posición del cometa a las 5:00 horas de tiempo local de las fechas correspondientes.

## EN ENERO DE 2014 SE MOVERÁ VELOZMENTE EN EL CIELO DEL NORTE, ENTRE LAS CONSTELACIONES DEL DRAGÓN, LA OSA MENOR, CEFEU, CASIOPEA Y LA JIRAFÁ. EL ESPECTÁCULO DURARÁ PRÁCTICAMENTE TODA LA NOCHE

como puntos aglutinantes, donde los cristales de agua reflejan la luz del Sol en las capas altas de la atmósfera.

De cualquier manera, debemos estar preparados para apuntar nuestros telescopios al cometa ISON a medida que se va acercando cada vez más al Sol. A continuación una pequeña guía para su observación deseando cielos despejados y un gran espectáculo astronómico para los últimos meses del año.

A fines de octubre, el cometa debe ser visible con binoculares, como un objeto difuso en la constelación de Leo antes del amanecer. A comienzos de noviembre, el cometa pasará a la parte sur de la constelación de Virgo, llegando cerca de la estrella brillante Spica a mediados del mes. Continuará siendo un objeto matutino. En la segunda mitad

del mes de noviembre el cometa pasará a Libra en la mañana, donde será visible a simple vista pero cada vez será más difícil de observar por su cercanía con el Sol. Para mediados de diciembre el cometa ISON pudiera ser un fino espectáculo en el cielo de la mañana temprana, antes de la salida del Sol, en la constelación de Hércules. El cometa también será visible en el cielo de la tarde durante esta época, sólo después de la puesta del Sol, pero con su cola más en ángulo y cercana al horizonte. El cometa se moverá rápidamente para ubicarse en la constelación del Dragón desde el 26 de diciembre. En el mes de enero de 2014 se moverá velozmente en el cielo del Norte, entre las constelaciones del Dragón, la Osa Menor, Cefeo, Casiopea y la Jirafa. El espectáculo durará prácticamente toda la noche. **S**

### + información

NASA Comet ISON Observing Campaign.  
<http://www.isoncampaign.org>

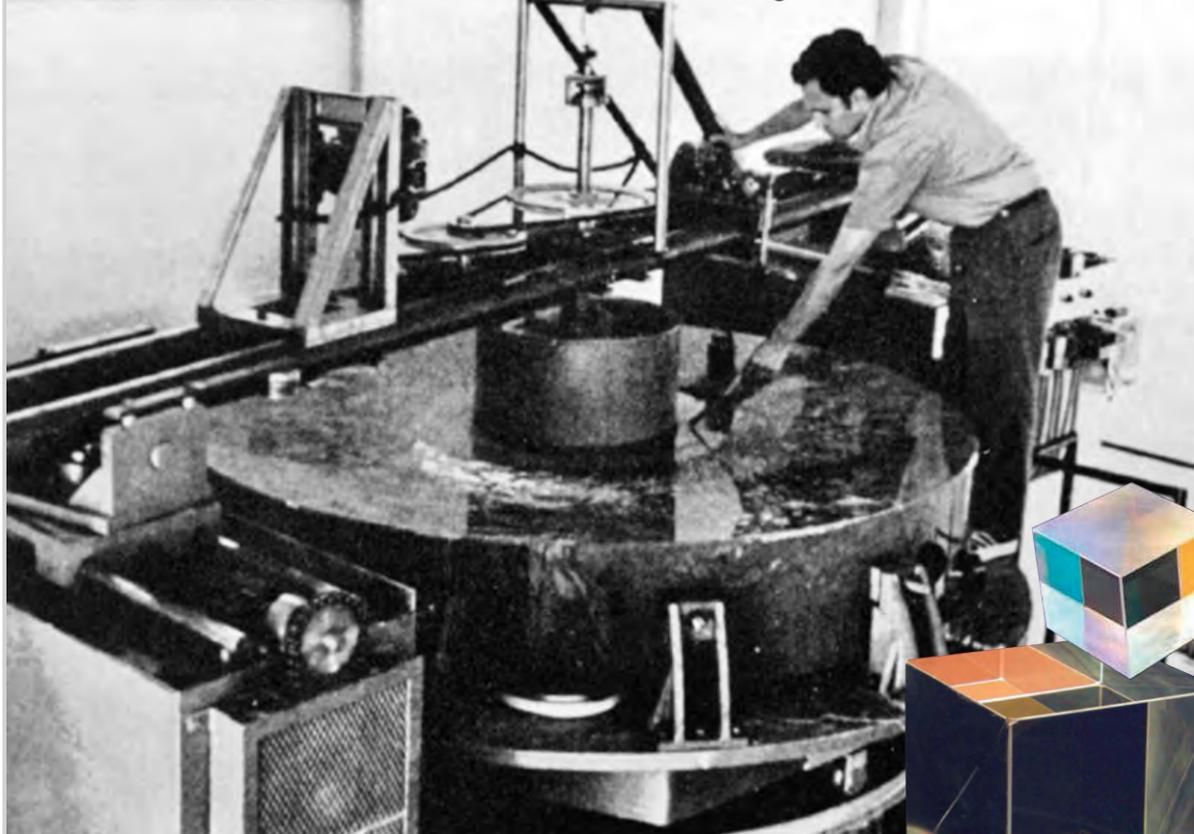
Comet ISON Toolkit.  
<http://solarsystem.nasa.gov/smallworlds/cometison.cfm>

Cometography.  
<http://www.cometography.com/comets/2012s1.html>

Minor Planet Center.  
<http://minorplanetcenter.org/iau/Ephemerides/Comets/index.html>

Fermin Salomón Granados Agustín y María Elizabeth Percino Zacarías \*

## Instrumentos ópticos y el INAOE



• Espejo primario de 2.1m y divisores de cubo, manufacturados en el TFO

El desarrollo de las ciencias se ha caracterizado por la continua y metódica observación de la naturaleza. A partir de esta observación se realiza un modelado, de la misma naturaleza, que modifica nuestra concepción inicial. Con este modelado también se construyen nuevas teorías para un mejor entendimiento de la naturaleza misma, y en consecuencia se realizan nuevas observaciones para confrontar, verificar o rechazar las teorías desarrolladas. Es claro que en todo este proceso es necesario contar con instrumentos que ayudan a incrementar la capacidad y agudeza intrínsecas de los sentidos propios del ser humano. Todo ello para realizar observaciones más detalladas e incluso llegar a descubrir nuevos espacios o realidades inimaginables. Una consecuencia del desarrollo de esta nueva instrumentación es su uso en otras áreas para las cuales no fue originalmente diseñada. Por lo anterior, se podría decir que cada desarrollo tecnológico e instrumental adquiere actividad propia, generando una evolución progresiva de la instrumentación en general.

Un claro ejemplo de lo anterior es el mundo microscópico observado con ayuda de microscopios en el rango visible. Posterior a este desarrollo inicial, se han construido microscopios en otras bandas del espectro electromagnético, hasta llegar a usar a los microscopios en otras áreas y aplicaciones, como lo son sistemas industriales de inspección de micro y nano circuitos integrados. Otro ejemplo se presenta cuando se observa al universo más allá de las capacidades propias del ojo humano. Hacer uso de telescopios astronómicos en varias regiones del espectro electromagnético ayuda a tener un mejor conocimiento de los objetos observados: estrellas, galaxias, nebulosas, cúmulos y más. Por esto en la actualidad se han construido, y están en uso, telescopios en la región del visible, el ultravioleta, los rayos X, el infrarrojo, el milimétrico y otras bandas. Cada uno de estos instrumentos proporciona distinta información del mismo objeto observado. Combinando información en todas estas regiones se puede elaborar nuevo conocimiento o verificar el ya existente.

\* [fermin@inaoep.mx](mailto:fermin@inaoep.mx) · [epercino@inaoep.mx](mailto:epercino@inaoep.mx)

Lo anteriormente descrito forma parte de las actividades cotidianas de investigación en todas las áreas del Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE). En particular el Taller de Fabricación Óptica (TFO) ha mantenido una tradición en la fabricación de componentes ópticos y/o la construcción de instrumentos completos. Esto se ha desarrollado a lo largo de la historia del mismo INAOE. Fue por allá de principios de los años 70 cuando se inicia el primer proyecto de gran envergadura del TFO: la construcción de los espejos primario y secundario del telescopio de dos metros de diámetro, actualmente en funcionamiento en el Observatorio Astrofísico Guillermo Haro, ubicado en Cananea, Sonora, México. Este instrumento constituyó, en su momento, un desarrollo de vanguardia internacional, y puso al área de la óptica mexicana en el plano internacional. A partir de esto se conjuntaron los esfuerzos de técnicos e investigadores para iniciar una vinculación entre el INAOE y la industria nacional.

Casi simultáneamente a la construcción de los espejos de telescopio de Cananea comienza la primera vinculación de un instituto de investigación con la iniciativa privada. Esto se da con la instalación de una planta piloto, en la cual se construyeron algunas componentes ópticos (lentes, prismas), usados en los microscopios fabricados por la empresa ROSS-BACH, lo cual constituye, en la práctica, una transferencia tecnológica. Gracias a esto, el INAOE gana en infraestructura, pues se equipa con maquinaria especializada para construir lentes, prismas, espejos, filtros y otros componentes ópticos. Esta maquinaria actualmente sigue en funcionamiento y se continúan construyendo este tipo de componentes con altos requerimientos en su precisión. Aquí cabe recordar las precisiones requeridas para los componentes ópticos de un instrumento, y éstas son del orden de décimas de micra ( $5 \times 10^{-7}$  m), que algunas veces se referencian en términos de fracciones de longitudes de onda usadas en dichos instrumentos ( $\lambda/2$ ,  $\lambda/10$ , etc.).

Por esta misma razón se ha hecho imprescindible contar con instrumentos de medición que permitan cumplir con las especificaciones de los componentes señalados. Por lo tanto, se cuenta con dos interferómetros comerciales e instrumen-

tación de desarrollo propio. Gracias a esto, el TFO ha podido participar en nuevos proyectos de instrumentación profesional, como la fabricación de lentes del proyecto ESOPO, liderado por la UNAM, y se ha iniciado con la fabricación de algunas componentes ópticas del proyecto MEGARA, llevado a cabo por el Instituto Astrofísico de Canarias, por mencionar dos ejemplos.

Dado el desarrollo tecnológico actual, es difícil entrar en una competencia a nivel comercial y de producción masiva, por las limitaciones propias del TFO en equipo e instalaciones. Sin embargo, los esfuerzos se han enfocado a participar en proyectos cuyas necesidades de componentes ópticos específicos no se encuentran en el mercado y algunas veces se consideran únicos. Desde un punto de vista comercial, se puede decir que el nicho de mercado del TFO es la fabricación de componentes ópticos con un alto valor agregado. De hecho, una de las actividades del TFO es satisfacer las necesidades propias del INAOE, en cuanto componentes ópticos que pueda fabricar.

Aunque estas actividades parecieran exclusivas para gente profesional del área, también el TFO ha tratado de mantener un contacto directo con el público en general. Una de las principales actividades es la visita de grupos de estudiantes de los niveles medio superior y superior, del público en general e interesados. En estas visitas se da a conocer el procedimiento de fabricación de los componentes, así como la maquinaria y equipo usado en el proceso; también se tiene contacto directo con el personal del taller, lo que enriquece la información vertida. Asimismo, se ofrecen a la venta telescopios para astrónomos aficionados, cuyas partes son elaboradas en el INAOE. Básicamente se ofrecen dos tipos de telescopios: uno tipo Newtoniano o reflector, y uno tipo Kepleriano o refractor. También cabe la posibilidad de fabricar algún diseño de telescopio en específico, en ese caso el usuario puede proporcionar un diseño o se le puede auxiliar en el diseño de su telescopio en particular.

Como consecuencia de la difusión del trabajo realizado en el TFO, se ha continuado la vinculación con empresas privadas y públicas para la fabricación de algunos componentes. Se trata de empresas o instituciones como WV, Sedena, Marina, UNAM, LYSPLY; esta última compañía es una empresa privada dedicada al desarrollo de colectores solares parabólicos para la generación de energía eléctrica para la cual se fabricaron cuatro lentes de concentración de 60 cm de diámetro. A partir de este trabajo se comenzó, en 2009, a incursionar en el área de concentración solar, en donde los requerimientos de la calidad de las superficies son menores, pero sus tamaños son mayores del común fabricado en el TFO del INAOE. Se puede mencionar dentro de esta área la construcción de un horno de concentración solar, de 6 m<sup>2</sup>, para el Laboratorio Nacional de Química Solar, del Instituto de Energías Alternativas de la UNAM. Este proyecto pone a la vanguardia, en América Latina a la UNAM en este tipo de instalaciones.

Por todo lo anterior se puede afirmar que el TFO del INAOE ha encontrado un equilibrio entre la investigación básica, aplicada y el desarrollo tecnológico, metas trazadas inicialmente por el gran visionario Dr. Guillermo Haro Barraza, quien fue el impulsor inicial del TFO, quien planteó la necesidad de disminuir la dependencia tecnológica del país. Sin olvidar a investigadores y técnicos, que con su aporte individual ayudaron a consolidar y dar continuidad a este proyecto. Aún falta mucho para cumplir plenamente con este gran objetivo, pero el INAOE, en su labor cotidiana, se esfuerza en seguir esta ruta, y gracias a las autoridades actuales y anteriores se ha apoyado en particular al TFO.

Invitamos a todos los interesados a entrar en contacto con el TFO, en donde siempre serán recibidos para responder a sus solicitudes, inquietudes, dudas o por el simple hecho de conocer más respecto al área de fabricación de componentes ópticos. ☺

**+** información

<http://www-optica.inaoep.mx/taller/>

Denise Lucero Mosqueda \*

## ¿Quieres ser astrónomo?

Seguramente después de haber observado un eclipse, de ver algún libro sobre el universo, alguna película o documental sobre el espacio, o después de una noche de estrellas, te han dado ganas de ser un astrónomo, o mejor aún, te has convencido de ser uno de ellos.

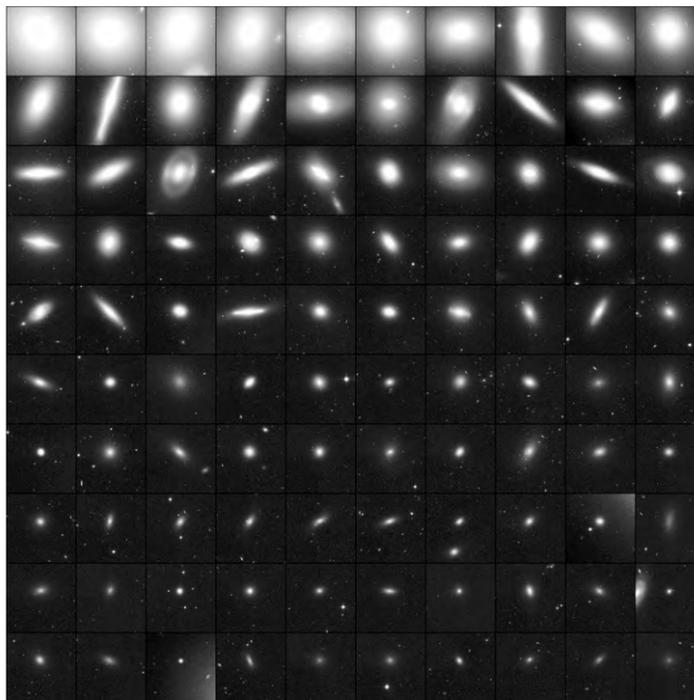
Del 29 al 31 de agosto se llevó a cabo la II Reunión de Estudiantes de Astronomía (REA), en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE). En esta segunda edición participaron más de 80 estudiantes de Astrofísica de distintas universidades, institutos y centros de investigación del país, Estados Unidos, Francia y Venezuela, con el objetivo de generar un espacio de retroalimentación científica para compartir sus trabajos de investigación. Las exposiciones abordaron campos de Astronomía Extragaláctica y Cosmología, Astronomía Teórica, Astronomía Galáctica y Planetaria, Estrellas y Medio Interestelar e Instrumentación Astronómica.

*Saberes y Ciencias* se dio a la tarea de entrevistar a estudiantes de astrofísica para que nos contaran qué camino seguir si se quiere ser astrónomo profesional, aquí les dejamos algunas recomendaciones de jóvenes apasionados por el universo.



· NGC 6888 es una nebulosa formada entre la interacción del fuerte viento estelar de la estrella Wolf-Rayet 136, en el centro, y el gas circundante. El gas de esta nebulosa es calentado por los fotones de la estrella, lo que provoca que brille. En una imagen a colores, la emisión proveniente del hidrógeno ionizado se mostraría en rojo, en tanto que la emisión del oxígeno ionizado se vería en azul. Mi trabajo explica esta estructura de ionización suponiendo que NGC 6888 está compuesta por dos componentes de densidad distinta. 2009, Daniel López, Instituto Astrofísico de Canarias (IAC) (Telescopio Isaac Newton).

· La imagen muestra cien galaxias de diferentes tipos, morfologías y colores, pertenecientes al cúmulo de Virgo, un aglomerado de algunos miles de galaxias y el más cercano a nuestra galaxia, la Vía Láctea. Tomada de "Hubble Space Telescope ACS/WFC. NASA, ESA, and E. Peng (Peking University, Beijing).



René Ortega Minakata tiene 28 años; oriundo de Guadalajara, estudia el doctorado en Astrofísica en la Universidad de Guanajuato. Su gran curiosidad y ganas de aprender lo hacen un apasionado. Se da tiempo para salir con los amigos, ir a la orquesta, leer, tener cuenta de facebook y un par de bares favoritos.

### SyC. ¿Cómo supiste que querías ser astrónomo?

“Cuando era niño salía mucho de campamento, veía el cielo y las estrellas, me interesaba. Con el paso del tiempo fui leyendo, libros de divulgación e incluso novelas tipo ciencia ficción y fueron despertando en mí un interés más serio. A un maestro de la preparatoria le pregunté qué tenía que hacer para ser un astrónomo y me dijo que tenía que estudiar física, así que decidí estudiarla en la Universidad Autónoma de Guadalajara.

“En la licenciatura me di cuenta de qué es la astronomía profesional, a qué se dedica y qué significa. Decidí estudiar la maestría en ciencias en Astrofísica en la Universidad de Guanajuato y ahora curso el doctorado en esa misma especialidad”.

### SyC ¿Qué hay que hacer para ser un astrónomo?

“Se necesita mucha motivación propia. Afortunadamente mi familia me ha apoyado mucho, hay personas que llegan a tener problemas con su familia por cuestiones de presión social, porque la astronomía es una carrera larga, con muchas incertidumbres económicas durante mucho tiempo. Además implica mucho movimiento geográfico para congresos, estancias y observaciones. Es una carrera como, requiere disciplina y hay mucha presión académica. Sin duda vale la pena, es muy satisfactorio cuando observas tus avances y logros, cuando conoces personas a las que les apasiona este trabajo, cuando colaboras en docencia y haciendo divulgación de la ciencia, motiva aportar al conocimiento porque la ciencia es para todos”.

### SyC ¿Es verdad que suele ser una carrera muy absorbente y compleja?

“Hay momentos que hay mucho trabajo y debes pasar más tiempo en la oficina porque viene una evaluación pero también hay momentos donde tienes chance de hacer otras cosas. No es más difícil que cualquier otra disciplina; te permite vivir de tu trabajo aunque para realizar tus proyectos se necesita de financiamiento y eso es complicado por la inversión que se destina en el país a la investigación”.

Jonathan Reyes Pérez tiene 29 años, estudia el doctorado en Astrofísica en el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México. No se considera una persona sobresaliente, reconoce que su constancia en el trabajo lo ha llevado a cumplir sus objetivos.

### SyC ¿Qué o quién te motivó a ser astrónomo?

“Desde que estudiaba la preparatoria leía textos de Astrofísica, es un tema que siempre me gustó mucho. Estudié la licenciatura en Física y Matemáticas en el Instituto Politécnico Nacional. Me fui adentrando en temas más particulares de la Astronomía, hasta que el medio interestelar me atrajo. Ser astrónomo en México es mucha responsabilidad, en el país se tiene una tradición astronómica milenaria, nuestras culturas llegaron a descubrir eventos cíclicos que ocurrían en el cielo, implica seguir por esta vía, aunque no sólo de tradición, sino de generar conocimiento para la gente, el astrónomo tiene un compromiso social, nos gusta compartir y acercar el conocimiento de manera amena,

yo creo que es de las disciplinas que se prestan mucho para hablar y llegarle a la gente, para hablarles de ciencia y del universo.

“He tenido el apoyo de mi familia para emprender las cosas que he querido, las becas te permiten continuar estudiando”.

### SyC ¿Cuál es el campo de trabajo de un astrónomo?

“Hay una idea generalizada de que la ciencia no tiene un impacto directo y muchas veces suele ser así. Sin embargo, la ciencia es el punto de partida, crear conocimiento es lo fundamental para que se desarrolle todo lo demás. El campo de trabajo principal de un astrónomo es la investigación que se realiza principalmente en universidades, centros e institutos de investigación”.

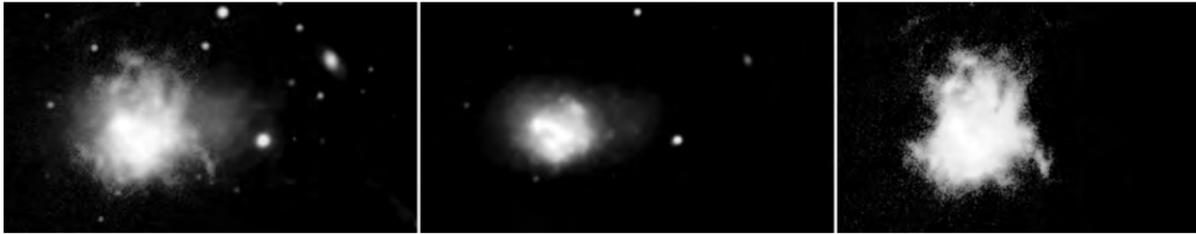
### SyC ¿Cuál es tu tema de investigación?

“Trabajo con nebulosas asociadas a estrellas Wolf-Rayet, que son unas estrellas muy alocadas que inyectan un montón de material a sus alrededores con una energía muy significativa, básicamente mi idea es determinar los parámetros físicos como la composición química, la velocidad del viento, etcétera, para que nos dé pistas de la evolución de todo el sistema, sobre todo en aspectos como el químico, la cinemática y la dinámica”.

### SyC ¿Es una carrera difícil?

“No es difícil y tampoco los astrónomos son unos aislados, requiere constancia pero cuando dedicas el tiempo necesario a tu trabajo, tienes el espacio para hacer todo lo demás. En general el astrónomo es muy social, me gusta salir con los amigos, platicar de otras cosas que no necesariamente es astronomía, me gusta aprender idiomas y escribir, ir al cine, bailar y convivir con mi familia”.

7



· La imagen de la izquierda corresponde a la galaxia Tol 0957-278 es una composición de imágenes B (azul), I (rojo) y emisión en H alfa (Verde). Los filtros B e I principalmente observan luz proveniente de estrellas, las estrellas calientes emiten la mayor parte de su energía en el filtro B mientras que las frías en el filtro I. El filtro H alfa observa luz proveniente del gas (Hidrógeno) calentado por la luz de las estrellas, siendo principalmente las estrellas más jovencitas y masivas las que producen esta luz. [Sólo por curiosidad... la galaxia observada es Tol 0957-278, los puntos que se ven a la derecha son estrellas, pero el objeto más difuso de hasta la derecha es una galaxia viejita (que no tiene estrellas jóvenes)]. La imagen del centro corresponde al filtro B y la de la derecha a H alfa

Ana Torres Campos, 33 años, estudia el doctorado en Astrofísica en el INAOE. Un día despertó con el antojo de estudiar Astronomía.

“Estudí la ingeniería en Telemática, un día se me antojó estudiar Astronomía y me inscribí a un curso en línea de la Universidad de Sonora, posteriormente asistí al Congreso Nacional de Astronomía en ciudad universitaria de la UNAM. En el siguiente congreso que se realizó en la Universidad de Sonora conocí al ahora director del INAOE Alberto Carramiñana y al investigador en Astrofísica Omar López Cruz, quien me propuso co-asesorar mi tesis de ingeniería en telemática y de así surgió mi tesis, que es una aplicación a la astronomía”.

#### SyC ¿Qué hay que hacer para ser un astrónomo?

“Debes de tener mucha tenacidad porque no sabes a qué te vas a enfrentar ya sea con el trabajo, con los colaboradores del trabajo o con las instituciones para el financiamiento de tu proyecto, debes ser capaz de no frustrarte. A veces sucede que tienes un gran proyecto y un gran equipo pero hay trabas para el financiamiento que hay que ser capaz de darle la vuelta al asunto o ponerte a hacer otras cosas mientras lo consigues. En México es un campo muy reducido, hay mucha gente y poco financiamiento y divulgación; es complicado; es muy importante ser competitivo porque se mantienen estándares de calidad del mismo nivel que en países donde el presupuesto en Astronomía es tres o cuatro veces mayor que aquí. Hay que trabajar y luchar mucho.

“Cuando llegas aquí te encierras como ratón de biblioteca pero tarde o temprano te das cuenta que siempre vas a tener más trabajo y vas equilibrando tus tiempos. Cuando tienes una gran pasión como la Astronomía tienes tiempo para la familia, los amigos y participar en los asuntos de la sociedad en la que vives”.

#### ¿Cuál es tu tema de investigación?

“Analizo galaxias que son más pequeñas que la Vía Láctea, que tienen como cinco veces menos masa y que están formando una gran cantidad de estrellas, 100 veces más estrellas que nuestra galaxia y además, éstas tienen la propiedad de que son bajas en metales, esto quiere decir que el material del que se forman estas

estrellas es muy parecido a las de cuando se originó el universo; estudiar estas estrellas es muy importante porque las tenemos muy cerca de nuestra galaxia y nos pueden dar una idea de cómo se formaron las primeras galaxias del universo. Tomo imágenes de estas estrellas y las analizo para conocer sus propiedades”.

Jackeline Suzett Rechy García es estudiante de cuarto grado de la maestría en Astrofísica en el Instituto de Astronomía de la UNAM. 25 años. Pidió un telescopio para ver el fin del mundo.

“Soy físico por la Universidad Veracruzana en la Facultad de Física e Inteligencia Artificial”

#### SyC ¿Qué te motivó a estudiar astronomía?

“Yo quería estudiar astronomía desde hace muchos años y buscaba carreras de Astronomía en México; aquí no hay como una licenciatura, las que encontré están fuera del país.

“Un día llegó Julieta Fierro a Coatzacoalcos, dio una charla, platicué con ella, me dijo que tenía que estudiar una carrera afín ya sea matemáticas, ingeniería o física. Física porque te da las herramientas tanto de matemáticas como la visión de velocidad, termodinámica y de todas esas herramientas que un astrofísico debe saber, entonces la idea fue estudiar física.

“En 2000 se decía que el mundo se iba a acabar; yo iba en sexto de primaria; en los supermercados se vendían telescopios, a mí me llamó la atención. Mi mamá me compró el telescopio para ver el fin del mundo. En la secundaria en la asignatura de Historia Universal el profesor nos ponía videos de cosas del universo, ahí dije, esto me gusta”.

#### SyC ¿Qué se necesita para ser un astrónomo?

“La astronomía implica mucha disciplina, aquí no tendrás un maestro que te lo explique todo o te diga que hacer, de repente tú eres tu jefe y trabaja si quieres terminar una maestría y un doctorado.

“Se tiene el estigma de que en México la ciencia es pobre comparada con la de otros países, el hecho de que tengas la oportunidad de demostrar que no es cierto, que estamos trabajando, es un compromiso muy grande porque llevas una bandera y es un compromiso con tu país”.

#### SyC ¿Qué estás investigando?

“Estudio las nebulosas planetarias. Las estrellas también se mueren, pareciera que siempre están ahí, pero es que la vida de nosotros comparada con la vida de una estrella es nada. Hay estrellas chiquitas, me refiero como chiquitas a estrellas como el sol u ocho veces que tengan la masa del sol y como grandes son ocho veces más grandes que la masa del sol. Cada una de esas estrellas tiene procesos distintos. Las nebulosas planetarias son un gas que está rodeando a una

estrella moribunda, en este camino de su vida por el proceso de la nucleosíntesis estas estrellas inyectan material al espacio exterior, este material se queda alrededor de la estrella y las partículas de luz o fotones hacen un proceso de ionización, ionizan este gas, a este gas se le llaman nebulosas planetarias. Son muy importantes porque en algún momento deja de permanecer alrededor de la estrella, se va a mezclar con el espacio, eso va a permitir una mezcla y que se vayan formando nuevos elementos; todos los elementos de la tabla periódica que están allí se fueron encontrando en las estrellas, pueden generar otros elementos y esos elementos pueden ayudar a generar otros planetas, otras estrellas, a lo mejor vida; esa es la importancia de las nebulosas que estudio.

Juana Leticia Rivera Martínez, estudiante del doctorado en Astrofísica en el Centro de Radioastronomía y Astrofísica (CRyA) UNAM, campus Morelia. 41 años

“Desde los seis años sabía que quería ser astrónoma, su padre contaba con una biblioteca personal, *El Universo* era el libro enciclopédico con ilustraciones que cautivó su interés.

“Estudí la licenciatura en Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Cuando le dije a mi papá que quería estudiar física puso el grito en el cielo, me puso muchas trabas. Propuso pagarme una universidad privada si cambiaba de carrera, tenía miedo a que no pudiera colocarme porque no hay trabajo para científicos”.

#### SyC ¿Es complicado formarse como un astrónomo profesional?

“No es una carrera difícil, es una carrera de lógica, el problema es que a los niños en la escuela no se les enseña a pensar de manera lógica y estructurada y se les dice que las matemáticas son muy difíciles antes de que ellos mismos experimenten este aprendizaje como cualquier otro.

“Es un reto ser científico; la sociedad exige otras cosas, esperan que tenga un impacto inmediato y en la ciencia eso no es así, aportamos mucho al conocimiento pero es un proceso largo y paulatino”.

Los entrevistados dieron algunas recomendaciones de libros si tienes curiosidad por la astronomía y las ciencias.

Colección *La ciencia desde México*, del Fondo de Cultura Económica.

Colección *La ciencia para todos*, del Fondo de Cultura Económica.

*Cosmos*, de Carl Sagan

*Voyage to the Great attractor: Exploring intergalactic space*, de Alan Dressler

*Ciencia sin seso. Locura doble*, de Marcelino Cerejido

*¿Está usted de broma señor Feynman?*, de Richard Phillips Feynman

*El dilema de Cantor*, de Carl Djerassi.

#### SyC ¿Cuál es tu tema de investigación?

“Astrometría de alta precisión en radio, lo que hago es medir la posición superprecisa de regiones de estrellas que están dentro de las nubes de reciente formación estelar en la región de Tauro y Ofiuco, con esto espero medir los movimientos propios de estas estrellas y decir como se mueven estas regiones en nuestra galaxia. El satélite astrométrico Hipparcos lo hace y es muy potente pero no puede ver a través de las nubes y en radio es posible a través de ellas, el pequeño defecto de este satélite es que está ciego para ciertas frecuencias.

“Son nubes donde están naciendo estrellas, esto no se puede ver con telescopios ópticos y espero poder ofrecer en menos de un año dinámicas de estas regiones para científicos que están interesados en el tema”. S

## información

Sobre las instituciones a las que pertenecen estos estudiantes:

Departamento de Astronomía, Universidad de Guanajuato División de Ciencias <http://www.astro.ugto.mx/>

Centro de Radioastronomía y Astrofísica de Morelia <http://www.crya.unam.mx/verano/>

Instituto de Astronomía-UNAM <http://www.astroscu.unam.mx/>

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) <http://www.inaoep.mx/>

Rogelio Cruz, Alberto Cordero, Alejandro Arnal y Raúl Mújica \*



Ninguno recuerda bien el inicio, o quizá ninguno quiere recordarlo, ya que fue durante una celebración. Estábamos cerrando la Noche de las Estrellas 2011 cuando Cordero lanzó la provocación: “¿Y si cada escuela tuviese un telescopio?” Siguió: “es fácil, podemos adaptar las monturas que nos donó Celestron, si además nos da precios al costo de oculares, si el INAOE pone el aluminizado y capacita a los usuarios, el Taller de Óptica de la BUAP se encargaría del resto, la diferencia en costo lo puede cubrir cada escuela, etcétera.” Así, se fue sumando la invitación a las autoridades de cada institución, a los estudiantes y astrónomos, profesionales y aficionados, el sitio, horarios, la misma cubierta del tubo, diseñada y patrocinada por Celestron, y más, todo para tener uno de los mejores y más exitosos programas de divulgación científica en la región: “Del Aula al Universo, un telescopio para cada escuela”

El objetivo del Programa, en el que participan la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y Víctorinox, distribuidor de productos Celestron, es promover el estudio de la Astronomía en las escuelas secundarias y preparatorias de los estados de Puebla y Tlaxcala.

Uno de los puntos culminantes del programa sucedió el 5 de junio de 2012, cuando el tránsito de Venus fue observado por miles de personas en la explanada del estadio Universitario de la Ciudad Universitaria. Los primeros 100 clubes “egresados” del Programa colocaron sus telescopios y guiaron al público través de este poco común fenómeno astronómico. Asistieron alrededor de 2 mil personas y tuvo una gran cobertura informativa de los medios de comunicación. Organizado en conjunto con otras sedes de la Noche de las Estrellas, fue un acto único en México y no tenemos información de algo similar en el mundo.

La observación del tránsito de Venus es un ejemplo de las observaciones astronómicas accesibles al público, las cuales despiertan gran curiosidad científica en miles de personas que siempre se acercan a los sitios donde se desarrollan estas actividades. Un ejemplo son las cuatro ediciones (2009, 2010, 2011 y 2012) de “La noche de las Estrellas” donde los visitantes observan objetos astronómicos con ayuda de telescopios para aficionados. En este caso los telescopios son puestos a disposición del público por sus dueños, apuntándolos adecuadamente y respondiendo las dudas para que los visitantes gocen de la observación astronómica.

Facilitar las observaciones astronómicas a la comunidad asociada a cada escuela, no sólo estudiantes y profesores, sino familiares y vecinos, sería razón suficiente para construir más telescopios para las mismas; adicionalmente, la Astronomía despierta gran pasión entre jóvenes y adultos y tiene una gran influencia educativa. El estudio de la Astronomía sirve como vehículo para fomentar en los jóvenes el interés científico, que se ve multiplicado cuando estos conocimientos son divulgados por los mismos jóvenes y profesores en su entorno social.

Un antecedente de este programa fue impulsado en la FCFM de la BUAP; varios años se financió el costo de algunos

telescopios a escuelas que formaban un club astronómico con un plan de trabajo. Sin embargo, este proyecto dependía de los recursos propios del taller de óptica y era muy limitado.

#### YA 180 TELESCOPIOS

A la fecha se han construido 180 telescopios newtonianos de 14 cm de diámetro y capacitado a estudiantes y profesores de 92 escuelas. En cada escuela que ha participado se ha formado un club astronómico, integrado por al menos cuatro estudiantes y un profesor. Los miembros del club, además de construir su telescopio, fueron capacitados para darle mantenimiento, aprendieron a hacer observaciones astronómicas básicas y elaboraron un programa para que el telescopio fuera usado por los siguientes tres años en su comunidad.

Para recibir al final el telescopio como parte de su patrimonio las escuelas deben contribuir con aproximadamente un tercio del costo, deben formar, capacitar y mantener al club astronómico, así como cursar y aprobar el curso/taller de Astronomía observacional.

La construcción del telescopio se realiza en el Taller de Óptica de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la BUAP. El pulido de los espejos, la construcción del pedestal y las monturas del telescopio fueron preparados por su personal. Los ejes ecuatoriales fueron donados por Víctorinox y el aluminizado de los espejos se realiza en el INAOE. Para las observaciones astronómicas la capacitación se lleva a cabo a través de conferencias, impartidas por cinco profesores, seguidas de sesiones prácticas. Las sesiones son apoyadas por 18 capacitadores y supervisadas por cuatro investigadores. Esto significa que se ha logrado la capacitación de 481 astrónomos aficionados.

#### ¿Y DÓNDE ESTÁN LOS TELESCOPIOS?

Del total de telescopios, 79 fueron entregados a escuelas del estado de Puebla; 51 al de Tlaxcala y dos al estado de Oaxaca. Los demás han sido entregados a estudiantes que han apoyado fuertemente el programa y otro tanto permanece en el Taller de Óptica, usado para las capacitaciones.

La mejor distribución de éstos se dio en el estado de Tlaxcala donde, creemos, motivó la creación de una Coordinación Estatal de Matemáticas y Astronomía, la cual no sólo se ha encargado de la promoción del programa en las escuelas secundarias generales, sino también de promover observaciones astronómicas. Los resultados del Programa en Tlaxcala ya han sido descritos en el número de *Saberes y Ciencias* dedicado a la divulgación.

#### LAS INAUGURACIONES

Se ha asistido a una gran cantidad de ceremonias de inauguración de telescopios en escuelas de Puebla y Tlaxcala.

Para las comunidades escolares es un acto extraordinario donde se presenta con gran formalidad al telescopio, los miembros del club astronómico que lo construyó, a los padres de los jóvenes que los acompañaron y que financiaron la asistencia semanal de sus hijos a la BUAP y en algunos casos hasta colaboraron en la construcción.

La presentación de los estudiantes miembros del Club Astronómico es muy emotiva, porque el telescopio construido por ellos mismos funciona adecuadamente, y por tanto refuerza el aprecio de sus habilidades técnicas, así como la relación con sus compañeros, familiares y miembros de su comunidad. Otro elemento común en las inauguraciones es la mención especial al comité de padres de familia que contribuyó con los recursos económicos de manera extraordinaria. En las escuelas donde el nivel económico es más bajo la emotividad es increíblemente mayor.

Después de cada inauguración se lleva a cabo una observación astronómica pública. Para ello, son prestados 15 telescopios del taller de Óptica, operados por estudiantes de la misma escuela. Estudiantes que fueron capacitados por los miembros iniciales del club astronómico. Esto refleja algo muy importante: el club astronómico se ha reproducido.

#### NOCHE DE LAS ESTRELLAS

Uno de las ideas iniciales en aquella famosa reunión mencionada al inicio de este artículo era que luego de un año los clubes se reunieran durante la Noche de las Estrellas a compartir sus telescopios; esto ya sucedió en 2012 y también se dieron cita en Reto México 2013 que se llevó a cabo en el atrio de la Catedral de Puebla. Lo que esperamos se repita el próximo el 9 de noviembre, ya sea en Puebla (CU-BUAP) o Tlaxcala, para la Noche de las Estrellas 2013.

**Agradecimientos.** Un trabajo excepcional ha sido realizado por el personal del Taller de Óptica de la FCFM. Los técnicos de óptica y mecánica trabajaron hasta tener listos los espejos (parábolas y diagonales), hicieron el terminado de piezas de fundición para armar los telescopios y acoplamiento de las monturas ecuatoriales donadas por Víctorinox. También supervisan el armado de los telescopios por parte de los clubes astronómicos de todas las escuelas. Sin embargo, para lograr lo anterior hemos contado con la colaboración de un equipo de casi 50 personas entre académicos, técnicos y estudiantes a quienes nos faltaría una página del suplemento para agradecerles. ☺

#### + información

<https://sites.google.com/site/aulauniverso1/>

<http://www.facebook.com/aulauniverso.tallerdeoptica>

e-mail: [aulauniverso@gmail.com](mailto:aulauniverso@gmail.com)

Guadalupe Rivera y Raúl Mújica \*

## El tesoro astronómico de Tonantzintla



· Imagen de una placa obtenida con la Cámara Schmidt que muestra las estrellas ráfaga en la región de la Nebulosa de Orión

Fueron obtenidas a lo largo de varias décadas durante las noches de trabajo en Tonantzintla. Muchas de ellas son el resultado de novedosas técnicas ideadas por el astrónomo mexicano Guillermo Haro Barraza. Conforman hoy un acervo único en el mundo por su relevancia histórica, por su número y por los descubrimientos que se lograron con ellas y que colocaron a México en el mapa de la astronomía internacional. Y hoy en día, gracias a las herramientas computacionales más modernas, las más de 15 mil placas fotográficas que integran la colección histórica de la Cámara Schmidt del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) están cobrando nueva vida.

Con la Cámara Schmidt, el telescopio con el cual se equipó desde sus inicios el Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla —hoy INAOE—, Guillermo Haro y otros destacados astrónomos mexicanos realizaron descubrimientos astronómicos que convirtieron a nuestro país en un referente obligado en la astrofísica mundial. Más de 15 mil placas astrofotográficas dan cuenta no sólo de dichos descubrimientos, sino del arduo trabajo realizado por los astrónomos en Tonantzintla entre 1945 y 1995. Las observaciones con la Cámara Schmidt se vieron interrumpidas, principalmente, por la contaminación lumínica de las ciudades de Puebla y de México. Además, las placas de vidrio, de 20.3 por 20.3 centímetros y un milímetro de ancho, fueron primero encarecidas y luego descontinuadas por Kodak, la empresa que las fabricó durante años.

En 2007, con el financiamiento del Conacyt, el INAOE comenzó a digitalizar el acervo. Tarea nada fácil tomando en cuenta las características físicas de las placas: son de vidrio, transparentes, contienen emulsión y como cualquier negativo fotográfico están en peligro constante de deterioro por la temperatura y la humedad. Con el tiempo, el proyecto se ha vuelto más ambicioso. Ahora no sólo se trabaja en la digitalización, sino que se genera un catálogo digital y se desarrollan herramientas computacionales para clasificar automáticamente los miles y miles de objetos celestes plasmados en ellas: estrellas, galaxias, cometas, nebulosas, etcétera.

La mayor parte de las placas fue utilizada por Guillermo Haro para estudiar regiones de formación estelar, estrellas ráfaga, objetos azules, estrellas dobles. Lo más importante fue que Haro obtuvo muchas placas con un método que él desarrolló. Actualmente muchos astrónomos las utilizan para comparar las imágenes de entonces con imágenes actuales de los mismos objetos.

Aparte de las más de 15 mil placas de la Cámara Schmidt, se cuenta con una pequeña colección del telescopio Carta del Cielo, localizado también en Tonantzintla, pero en el campus de la UNAM, y la colección completa de Monte Palomar que adquirió Guillermo Haro, así como unos mapas del mismo observatorio de Palomar que se utilizan como referencia para localizar objetos celestes.

Todas estas placas se preservan en un cuarto especial con una temperatura de entre 13 y 15 grados y un factor de humedad menor a 60 por ciento. Además, ya están organizadas por coordenadas, Ascensión Recta (AR, de cero horas a las 23:59), y Declinación (de 0° a los 90°). Aunque varios

investigadores siguen utilizando las placas, no lo hacen al 100 por ciento. Todavía existe mucha más información esperando a ser extraída.

Las placas obtenidas con la Cámara Schmidt se pueden dividir principalmente en dos tipos: las de imagen directa y las que tomaron con un prisma objetivo, llamadas espectrales. Existen alrededor de 8 mil de imagen directa. En esta categoría se encuentran las llamadas de exposición múltiple, donde una placa se expone varias veces, pero el telescopio es desplazado un poco en cada ocasión, de tal manera que en la misma placa se obtienen imágenes múltiples de cada uno de los objetos en el campo. Esta técnica desarrollada por Guillermo Haro fue utilizada posteriormente en otros observatorios, ya que además de utilizar de manera más eficiente las placas, era mucho más fácil y rápido hacer el análisis de los objetos, como en el caso de las estrellas variables.

La relevancia histórica de las placas radica en que contienen los primeros registros de las observaciones del cielo desde nuestra posición geográfica. Alrededor del mundo se construyeron varios telescopios del tipo Cámara Schmidt. Sin embargo, lo que hace realmente importante a este acervo es su colección espectral, ya que no existe en ninguna otra parte del mundo una colección espectral de este tipo tan voluminosa. Desde Tonantzintla se muestreó el centro y uno de los polos de nuestra galaxia, proporcionando información crucial sobre el tema en esa época. Ahora existen muchas más y mejores observaciones, pero hace 50 años eran únicas.

El proyecto de digitalización de las placas comenzó en 2007. Se utiliza un escáner para transparencias positivas, ya que las placas son de vidrio. Esto se ha logrado gracias a dos proyectos Conacyt. El primero fue para extraer e identificar los espectros de las placas, y para adquirir la mayor parte de la infraestructura como los escáneres y los discos de almacenamiento. Se cuenta con un servidor de 3.5 Terabytes para almacenar las placas ya digitalizadas. El siguiente paso era compilar un catálogo espectral, electrónico, conteniendo cada uno de los objetos en las placas del acervo, para lo cual se propuso al Conacyt un nuevo proyecto que fue aprobado. Con estos recursos se va a adquirir otro escáner, computadoras para procesamiento y se va a ampliar el servidor ya que los 3.5 Terabytes iniciales ya no son suficientes para almacenar la información. Cada imagen calibrada genera entre 6 y 8 Gigabytes. Se necesita una enorme capacidad de cómputo para procesar y transportar esa información vía Internet.

Cada placa contiene miles de objetos, y el objetivo es que no se pierda esta información, ni la fotométrica (imagen directa) ni la espectroscópica. Esta última es muy importante, ya que la identificación de las líneas nos ayuda, por ejemplo, a determinar la composición química de las estrellas, pero también nos permite clasificar el tipo de objeto que tenemos. Aunque lo ideal es hacerlo de manera automática y ya no manipular la placa, ni gastar la vista observando con los microscopios. Ahora, con herramientas computacionales, es posible dar las características de los objetos y que la computadora los busque, clasifique, nos diga cuántos hay en una placa y también en qué placa.

En este proyecto se emplean algoritmos de clasificación desarrollados por investigadores de la coordinación de Ciencias Computacionales, así como aprendizaje computacional o automático, el cual permite encontrar características para distinguir tipos de estrellas y de galaxias. Se trata de representar a cada uno de los objetos, estrellas o galaxias en una placa, con ciertos valores descriptivos; por ejemplo, qué tan redonda es, qué área ocupa en la placa, qué forma tiene; esto es, las características geométricas, estadísticas y de textura. A partir de esto los algoritmos de aprendizaje pueden encontrar un patrón. Después, en las siguientes placas, ya no es necesario darle información; el algoritmo “ya aprendió” y puede clasificar cada uno de los objetos en ellas.

Gracias a herramientas computacionales como la visión por computadora y las redes neuronales, los astrofísicos actuales podrán ver con nuevos ojos las placas fotográficas de Tonantzintla, explotarlas para su trabajo y descubrir en ellas nuevas cosas. Tal como lo hizo hace ya más de 50 años Guillermo Haro Barraza. **S**

Jonathan León-Tavares \*

En la actualidad, los agujeros negros han pasado de ser una curiosidad matemática a ser objetos comúnmente estudiados en diferentes campos de la Astrofísica. Los científicos estudian agujeros negros en diferentes entornos del Universo; ya sea en nuestra galaxia o en galaxias distantes; su firma característica es la enorme cantidad de energía que producen. Miles de agujeros negros de baja masa son comúnmente encontrados en nuestra galaxia y son el resultado de explosiones de estrellas. Los agujeros negros de mayor masa residen en las partes centrales de galaxias (incluyendo nuestra Vía Láctea) y comúnmente se les denomina agujeros negros supermasivos.

Los agujeros negros son objetos extremadamente masivos y compactos, por lo que su presencia produce una deformación del espacio tiempo. En otras palabras, un agujero negro produce un campo gravitacional muy intenso a su alrededor, por lo que cualquier cuerpo que pase cerca será desviado de su trayectoria, siendo atraído hacia el agujero. La velocidad requerida para escapar a la influencia gravitacional de un cuerpo es proporcional a su masa, es decir, si el objeto es muy masivo entonces se requiere mayor velocidad para escapar a su atracción gravitacional. Sin embargo, en la vecindad de los agujeros negros la gravedad es tan fuerte que la velocidad necesaria para escapar es mayor a la velocidad de la luz, lo que implica que ni siquiera los rayos de luz pueden escapar de un agujero negro, de allí que a estos objetos se les denomine de esa manera.

Como los agujeros negros no se pueden observar directamente, la única manera de inferir su presencia es por medio de los efectos que su gravedad extrema produce en su entorno. Algo parecido sería la búsqueda del hombre invisible a través de las pisadas que ha dejado en la playa. Imaginemos un escenario donde una nube de gas pasaría cerca de un agujero negro. Primero, la nube comenzará a sentir la atracción gravitacional del agujero negro y será desviada de su trayectoria original. Ahora la nube de gas comienza a caer hacia el agujero negro siguiendo una trayectoria de espiral, con órbitas lentas y abiertas. Conforme el material se acerca al agujero negro, es fuertemente acelerado y ahora su trayectoria de espiral sigue órbitas rápidas y cerradas, lo que ocasiona que las partículas colisionen entre ellas y el gas se caliente, alcanzando temperaturas del orden de millones de grados.

Cuando el gas se calienta a temperaturas tan altas, se producen rayos X y luz ultravioleta. Esta emisión sirve a los astrónomos para estudiar e identificar la presencia de agujeros negros. Sin embargo, existe una órbita en donde este material extremadamente caliente desaparece y ya no podemos observar su intensa radiación. La órbita desde la cual ni siquiera la luz puede escapar se denomina el Horizonte de Eventos (*Event Horizon*, en inglés) y es el punto desde donde ya no existe el regreso. Cualquier material o rayo de luz que traspase el horizonte de eventos será tragado por el agujero negro y nunca jamás será visto o detectado. En ocasiones una parte del material que es engullido por el agujero negro aparece reprocesado y lanzado a través de un chorro de alta velocidad que se denomina jets.

La teoría de la relatividad general de Einstein ha sido probada en entornos donde los campos gravitacionales son relativamente débiles, por ejemplo dentro de nuestro sistema solar. Sin embargo, la teoría revolucionaria de Einstein nunca ha sido verificada en campos gravitacionales fuertes, como los esperados en la vecindad de un agujero negro. Dicha teoría tiene predicciones específicas de cómo debería lucir el horizonte de eventos de un agujero negro. Por tal motivo, es muy importante tomar una imagen del horizonte de eventos de un agujero negro y compararla con las predicciones de la teoría de la relatividad general. El horizonte de eventos más óptimo para observar, es decir el más grande, es el del agujero negro que habita en el centro de nuestra Galaxia que se asocia con la fuente Sagittarius A\* (SgrA\*). De acuerdo con estudios que miden los períodos orbitales de estrellas alrededor de SgrA\*, el horizonte de eventos debería medir alrededor de 53 micro segundos de



# Fotografiando agujeros negros desde México

▲ Fotografía reciente del Gran Telescopio Milimétrico localizado a 4600 m de altura en la cima del volcán Sierra Negra en Puebla, México. Imagen obtenida de [http://www.lmtgtm.org/?page\\_id=40](http://www.lmtgtm.org/?page_id=40) Early Science Phase July 2013. James Lowenthal.  
▼ Se muestran las posiciones geográficas de los radiotelescopios empleados en la primera observación de interferometría de base muy larga (VLBI) realizada en México. Las antenas del arreglo estadounidense Very Long Baseline Array (VLBA) se muestran en círculos rojos y el círculo azul muestra la localización del Gran Telescopio Milimétrico. Los científicos pudieron detectar un patrón de interferencia entre el Gran Telescopio Milimétrico y las antenas en Mauna Kea (Hawaii) y Pie Town (Nuevo México). Mapa cortesía de Google Earth

arco. Dicha longitud es equivalente al tamaño en que veríamos, desde la Tierra, a una naranja en la Luna.

Para poder observar algo tan pequeño se necesita de un instrumento con un alto poder de resolución; esto es, que sea capaz de dejarnos ver detalles muy finos. La resolución de un instrumento viene dada por la razón entre la longitud de onda de la luz que se está observando y el tamaño de la apertura del instrumento. Entonces, si quisiéramos observar una naranja en la Luna con una resolución angular de 53 micro segundos de arco, necesitaríamos un telescopio óptico (longitud de onda de 550 nanómetros) de aproximadamente dos kilómetros y un radio telescopio (longitud de onda 2cm) de casi 80 mil kilómetros. No obstante, hasta la fecha los telescopios ópticos más grandes alcanzan un diámetro de casi 11 metros y el radio telescopio más grande tiene un diámetro de 305 metros. De tal suerte que hasta ahora ningún instrumento ha sido capaz de observar el horizonte de eventos de un agujero negro.

Sin embargo, esto está por cambiar, gracias al Telescopio de Horizonte de Eventos (*Event Horizon Telescope*), que es una red de radiotelescopios que observan en longitudes de onda milimétricas y están localizados en Estados Unidos, el sur de Europa y Chile. El Telescopio de Horizonte de Eventos utiliza la técnica de radio interferometría de base muy larga o VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*) para conectar todas las antenas y producir una antena virtual del tamaño de la Tierra. Esta técnica nos permite observar con una súper alta resolución regiones como el horizonte de eventos que nunca antes habían sido observados. La configuración actual del Telescopio de Horizonte de Eventos ya ha podido detectar y medir el tamaño de la emisión nuclear del centro Galáctico. Sin embargo, la red de telescopios necesita más antenas para poder producir una imagen del horizonte de eventos de nuestra Galaxia.

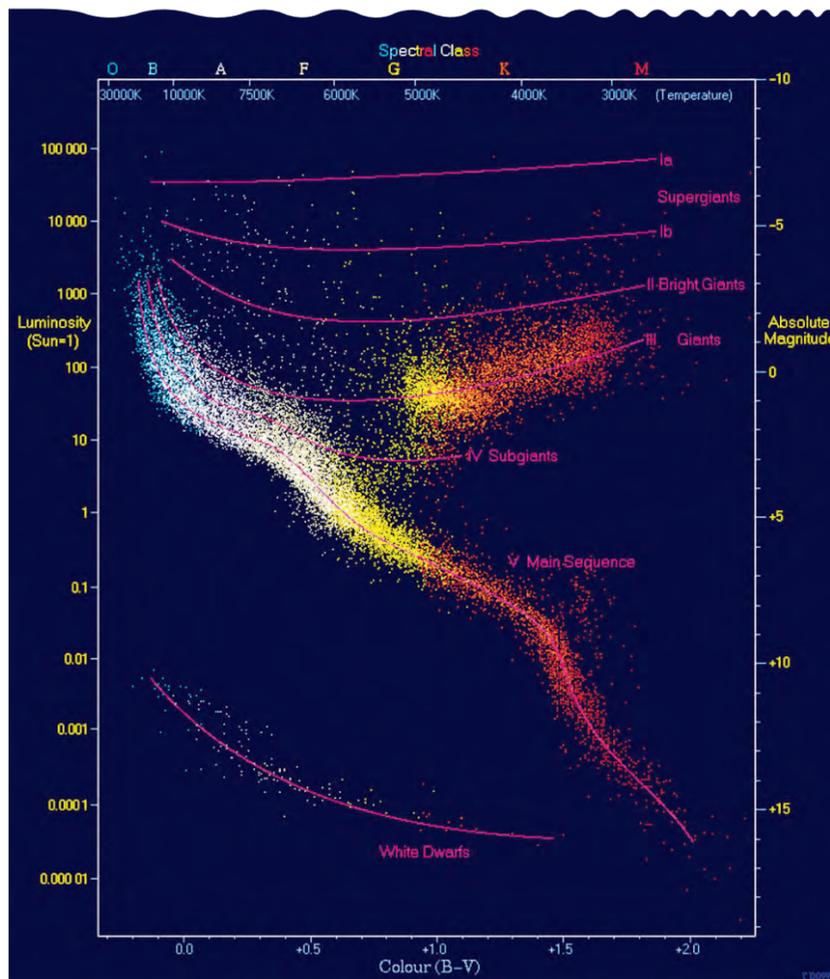
Por tal motivo, un grupo internacional de astrónomos compuesto por investigadores del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), el Observatorio Haystack del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), la Universidad de Massachusetts (UMASS) y el Observatorio Nacional de los Estados Unidos (NRAO), planean incorporar el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano (GTM) en la red del Telescopio de Horizonte de Eventos. Como prueba inicial, el 26 de junio de 2013 los astrónomos observaron las regiones nucleares del quasar lejano 1633+382 mediante la técnica de VLBI a una longitud de onda de 3 milímetros. Los astrónomos conectaron el Gran Telescopio Milimétrico localizado en la cima del volcán Sierra Negra (Puebla, México) con otros siete radiotelescopios distribuidos a lo largo del territorio estadounidense, desde Mauna Kea (Hawaii) hasta North Liberty (Iowa). Cabe mencionar que esta fue la primera vez que una observación de VLBI se realizó en México.

Los investigadores pudieron sintetizar un radiotelescopio virtual del tamaño de la separación más grande entre las antenas empleadas, que resultó ser la distancia entre Sierra Negra Puebla y la isla de Mauna Kea, en Hawaii. En otras palabras, gracias al Gran Telescopio Milimétrico los investigadores fueron capaces de observar al quasar 1633+382 con muy alta resolución, la cual sólo se hubiese podido lograr con una antena de 6 mil kilómetros de diámetro (aproximadamente la distancia entre Puebla y Hawaii). Estos resultados dan muestra de que el Gran Telescopio Milimétrico está listo para colaborar con una red internacional de radiotelescopios de clase mundial como el Telescopio de Horizonte de Eventos. Los científicos planean que en un futuro cercano el Gran Telescopio Milimétrico pueda formar parte del Telescopio de Horizonte de Eventos y así obtener la primera imagen del entorno del agujero negro que habita en el centro de nuestra Galaxia. ☺

Carlos del Burgo \*

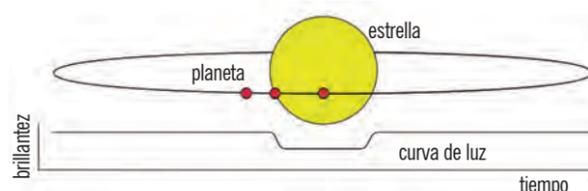
# A la caza de exoplanetas

Diagrama de Hertzsprung-Russell (luminosidad versus tipo espectral de la estrella). La secuencia principal es la región donde se encuentra la mayor parte de las estrellas, incluida el Sol. Los valores de luminosidad se dan en función de la luminosidad del Sol. El tipo espectral de una estrella se relaciona con su temperatura efectiva (es decir, la de su superficie visible) y color. El Sol es una estrella de tipo espectral G2, mientras que la mayoría de las estrellas tienen tipo espectral M. Cortesía de Richard Powell. Imagen tomada de <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6b/HRDiagram.png>



Desde el descubrimiento del primer planeta alrededor de una estrella de la secuencia principal (ver figura) distinta al Sol (51 Pegasi: [1]) se han encontrado cerca de un millar de exoplanetas (véase la *Enciclopedia de Planetas Extrasolares*: [exoplanet.eu](http://exoplanet.eu)). Este campo de investigación atrae mucho el interés tanto de la comunidad de astrofísicos como del público en general. Recientemente se han llegado a encontrar planetas de unas pocas masas terrestres y varios planetas alrededor de una misma estrella. Resulta fascinante descubrir otros mundos y, por qué no, imaginar su futura exploración. Si muchas de las estrellas de nuestra galaxia albergan al menos un planeta, hay más de 100 mil millones de planetas por descubrir.

La caza de exoplanetas no es una tarea tan fácil como pudiera pensarse, ya que los planetas son mucho más débiles que las estrellas que los albergan. Los caza-planetes precisan de un telescopio, no necesariamente de los más grandes, aunque con éstos es más fácil el descubrimiento de planetas más pequeños y distantes. La mayoría de los hallazgos se ha hecho con instrumentos (espectrógrafos y fotómetros) instalados en telescopios modestos en el rango visible, es decir la región del espectro electromagnético a la que es sensible el ojo humano. Con razón la mayor parte de las estrellas con planetas descubiertos son similares al Sol. Y los planetas encontrados suelen ser gigantes gaseosos de periodos cortos. Ahora bien, la mayoría de las estrellas en nuestra galaxia (~70%) son más de



La curva de luz de una estrella y su planeta, en la que se muestra la luminosidad frente al tiempo. El diagrama superior ayuda a entender la depresión en la curva: el punto rojo representa al planeta alrededor de su estrella (círculo amarillo) en tres posiciones: antes, al comienzo y a mitad del tránsito. Cortesía de Nikola Smolenski. Imagen tomada de [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8a/Planetary\\_transit.svg/2000px-Planetary\\_transit.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8a/Planetary_transit.svg/2000px-Planetary_transit.svg.png)

2000 grados más frías que el Sol (ver figura), y por ello difíciles de detectar en el visible. Aunque se han descubierto algunos planetas alrededor de estrellas frías (<5%; ver [exoplanet.eu](http://exoplanet.eu)), habrá que esperar a la próxima generación de instrumentos en el infrarrojo, suficientemente sensibles para cazar más fácilmente estos planetas.

## EL PLANETA INFLADO

Varios astrofísicos de institutos europeos y latinoamericanos, entre ellos del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), hemos descubierto un planeta extrasolar, WTS-1b [2], el primero dentro del proyecto RoPACS (una red Marie Curie para el entrenamiento de estudiantes). WTS-1b es un gigante gaseoso (unas cuatro veces más masivo que Júpiter) que orbita alrededor de su estrella (un poco más caliente que el Sol) con un periodo de 3.4 días. La detección del planeta se realizó con el método de tránsito (ver figura), que requiere que el observador esté alineado con el sistema estrella-planeta para observar caídas en la curva de luz cuando el planeta cruza el disco estelar.

Las estrellas y sus planetas están tan lejos que generalmente no se pueden resolver (separar visualmente), por lo que sólo de manera indirecta con el método Doppler o el método del tránsito se puede inferir la presencia de planetas. El método Doppler permite medir variaciones en la componente de la velocidad proyectada en la línea de observación debidas a la interacción gravitatoria entre la estrella y el planeta. La profundidad de la curva de luz de un tránsito es proporcional al cociente de las áreas proyectadas del planeta y la estrella. Por ello, para una cierta estrella sus planetas más grandes son más fáciles de detectar al dejar una huella más profunda en la curva de luz. WTS-1b se detectó a partir de una curva de luz observada en el infrarrojo dentro del programa "WFCAM Transit Survey", del telescopio UKIRT de 3.8 metros, y se confirmó con el método Doppler, a partir de espectros obtenidos con el telescopio Hobby-Eberly, de 9.2 metros.

El radio del planeta de WTS-1b es 50 por ciento mayor que el de Júpiter. Las propiedades de WTS-1b no pueden explicarse de acuerdo a los modelos estándar de formación y evolución de gigantes gaseosos aislados. Su radio es anómalamente grande, como si se tratase de un planeta inflado. En general la radiación de la estrella que recibe el planeta retarda su contracción, pero de acuerdo con los modelos, dada la edad

de la estrella huésped de al menos 600 millones de años (compárese con la edad del Sol, de unos 4.500 millones de años), se esperaría que WTS-1b fuera como mucho 20 por ciento mayor que Júpiter. Cabe la posibilidad de que este planeta haya migrado desde regiones más lejanas de la estrella a sus proximidades y al recibir una mayor radiación haya experimentado fuertes vientos en su atmósfera.

## EL CAZADOR ESPACIAL

PHASES (*Planet Hunting and AsteroSeismology Explorer Spectrophotometer*) [3] es un proyecto espacial para estudiar variabilidad en estrellas brillantes, algunas con planetas en tránsito. Este instrumento está diseñado para obtener series de espectros estelares calibrados en flujo absoluto con precisiones mejores a 2% en no más de un minuto por espectro. En la actualidad sólo el espectrógrafo STIS, a bordo del telescopio espacial Hubble, permite obtener espectroscopia calibrada en flujo absoluto con tales precisiones. El espectrógrafo de PHASES cubre el rango espectral entre 370 y 960 nm (es decir, el visible y los extremos cercanos del ultravioleta e infrarrojo) con resolución espectral suficiente para determinar las propiedades físicas de las estrellas de interés. A partir de la comparación del espectro calibrado en flujo absoluto de una estrella con modelos de atmósferas se puede determinar su diámetro angular. Conocida la distancia de la estrella es posible obtener su radio con excelente precisión (mejor a 1%). En el contexto de exoplanetas, cuanto mejor se determinan las propiedades de la estrella huésped, mejor se pueden extraer las del planeta o planetas que la orbitan. Para estrellas brillantes con planeta/s en tránsito PHASES permitiría derivar las curvas de luz a partir de series de espectros obtenidos antes, durante y después del tránsito. Se podría obtener el radio de los planetas con una precisión similar a la del radio estelar. La estrategia de la misión incluye observar estrellas con planetas conocidos. Con algo de suerte, se podrían encontrar lunas tan pequeñas como Calisto alrededor de estos planetas.

¿Por qué mandar el instrumento al espacio? La atmósfera terrestre, fundamental para proteger la vida en la superficie de la Tierra de los rayos ultravioleta, introduce un ruido en las observaciones. Desde el espacio el contraste, o lo que los astrofísicos llamamos relación señal-ruido, aumenta entre 100 y 1000 veces con respecto a la observación del mismo objeto desde tierra. Al ser un instrumento compacto y ligero (20 kg), PHASES se puede albergar en un microsatélite, que se ha de lanzar a una órbita terrestre baja (822 km) heliosíncrona (con sus paneles solares siempre orientados hacia el Sol y el telescopio apuntando en sentido contrario). Así se puede observar una misma estrella durante largos periodos de tiempo (de hasta 60 días) sin depender de las variantes condiciones climáticas ni estar limitados por el ciclo noche-día que afecta a los telescopios en tierra.

Hasta ahora PHASES se ha desarrollado con muy limitados recursos, pero ha sido tema de estudio de una tesis doctoral y varias tesis de maestría. Su desarrollo permite la interacción entre un grupo multidisciplinar de astrofísicos e ingenieros de varios países con el objetivo de desarrollar una misión espacial de bajo coste con un alto retorno científico, que puede además contribuir al desarrollo del sector espacial del país. ☞

## Referencias

- Mayor & Queloz 1995, *Nature*, 378, 6555 <http://cdsads.u-strasbg.fr/abs/1995Natur.378..355M>
- Cappetta et al. 2012, *MNRAS*, 427, 1877 <http://cdsads.u-strasbg.fr/abs/2012MNRAS.427.1877C>
- del Burgo et al. 2010, *JInst*, 5, 1006 <http://cdsads.u-strasbg.fr/abs/2010JInst...5.1006D>

## información

Red europea RoPACS: <http://star.herts.ac.uk/RoPACS/>  
 Telescopio UKIRT: <http://www.jach.hawaii.edu/UKIRT/>  
 Telescopio HET: <http://www.as.utexas.edu/mcdonald/het/>  
 Telescopio espacial Hubble: <http://hubblesite.org/>  
 "The Extrasolar Planets Encyclopaedia": <http://exoplanet.eu/>



• Imagen tomada de [http://www.unco.edu/biology/faculty\\_staff/mac-kessy/Photo%20Gallery/snakes/Crotalus%20tzabcan.jpg](http://www.unco.edu/biology/faculty_staff/mac-kessy/Photo%20Gallery/snakes/Crotalus%20tzabcan.jpg)

Es ya trillado decir que México es un país megadiverso; sin embargo, hoy retomaremos el término y resaltaremos la importancia del mismo. Como resultado de esto se sabe que México es el país con más diversidad de reptiles en el mundo, con 843 especies descritas hasta el momento. Dentro de esta gran diversidad encontramos a las serpientes, las cuales comprenden 250 de culebras, 44 víboras, 15 coralillos y una serpiente marina. En particular las serpientes de cascabel se agrupan en los géneros *Crotalus* y *Sistrurus*, el género *Sistrurus* se compone de dos especies y *Crotalus* de 31 especies, de las cuales en México se distribuyen 27.

En esta ocasión hablaremos de una especie que está ampliamente distribuida tanto en el sureste del país como en Centroamérica. Esta especie es la *Crotalus tzabcan*. Es una especie que habita con frecuencia en regiones semiáridas o muy húmedas. Es terrestre, de hábitos diurnos, nocturnos o crepusculares, dependiendo de la época del año. Es común ver que durante la temporada más fría del año se le encuentra asoleándose cerca de su madriguera. *Crotalus tzabcan* caza activamente buscando a su presa; una vez que la encuentra la muerde inyectándole el veneno y la suelta. Después de unos minutos el veneno entra en acción y la presa queda paralizada. Es una especie carnívora; se alimenta principalmente de roedores; sin embargo, también se le ha visto comer lagartijas y pequeñas aves.

Biológica y ecológicamente es una especie muy importante, ya que actúa como controlador de poblaciones de roedores, siendo importante para el equilibrio dentro de los ecosistemas en donde habita.

*Crotalus tzabcan* forma parte de la riqueza nacional y ha jugado un papel muy importante en las culturas precolombinas, un ejemplo claro de esto es Chichen Itzá y su templo a Kukulcán. Después de varios años de investigaciones se sabe que la pirámide de Kukulcán estaba estrechamente relacionada con los equinoccios, ya que como los mayas eran expertos astrólogos y matemáticos, es muy posible que hayan edificado la pirámide con fines astronómicos; debido a ello cada año podemos observar a *tzabcan* (serpiente de cascabel), quien representa a la deidad Kukulcán, en el equinoccio de primavera bajando hasta la tierra llegando con ella la abundancia. Es sumamente interesante observar labrada en la fachada más alta del edificio "las monjas" una

Tania Saldaña Rivermar, Juan Jesús Juárez Ortiz y Constantino Villar Salazar \*

## Tras las huellas de Tzabcan...



banda de glifos Kaan o cielo representando a una gran variedad de aves, un pecarí, una tortuga, un escorpión, una serpiente y un cráneo humano.

En Bonampak, en el estado de Chiapas, también encontramos representaciones con características reptilianas, ya que en este centro se encuentra uno de los murales mejor conservados y detallados que da cuenta de lo que para los mayas era *Itzamná*, el monstruo del cielo, una deidad que los científicos han identificado como la Vía Láctea; presenta forma de cocodrilo o iguana. Sin duda los mayas, como en muchas ocasiones se ha aseverado y no queda duda de ello, eran excelentes observadores, por lo que aún hacen falta trabajos para identificar a las especies

que representaban en las constelaciones. Los anfibios y los reptiles, por sus características tanto morfológicas como ecológicas, han sido partícipes de innumerables representaciones que van desde las deidades más importantes, leyendas, historias y como en esta ocasión les compartimos el caso de la astronomía.

Es una lástima que siendo nuestro país el primer lugar en diversidad de este grupo de vertebrados a nivel mundial aún no seamos capaces de respetar y conservar lo que sin duda forma parte importante de nuestra historia e identidad. S

@helaheloderma

# Conferencias y talleres de ciencia

## Gran Telescopio Milimétrico

Alfonso Serrano

CONFERENCIAS para todo público	TALLERES para niños
<p>Lugar: Centro Cultural Casa de la Magnolia Ciudad Serdán, Puebla Horario: 18:00 hr</p> <p>Septiembre, 20</p> <p><b>Estructura del Universo</b> Aneel Paredes (AMC/INAOE/IUPAC)</p>	<p>Lugar: Centro Cultural Casa de la Magnolia Ciudad Serdán, Puebla Horario: 11:00 hr</p> <p>Septiembre, 21</p> <p><b>Polímeros</b> Aneel Paredes (AMC/INAOE/IUPAC)</p>
<p>Octubre, 18</p> <p><b>El mundo dentro de los circuitos integrados</b> Capítulos estudiantiles de la IEEE/INAOE</p>	<p>Octubre, 19</p> <p><b>Electrónica recreativa</b> Capítulos estudiantiles de la IEEE/INAOE</p>
<p>Noviembre, 22</p> <p><b>Transmitiendo información usando la luz</b> Karla Janeth Sánchez Pérez Cap. Estudiantiles de Divulgación OSA-SPIE/INAOE</p>	<p>Noviembre, 23</p> <p><b>La utilidad de la luz polarizada</b> Karla Janeth Sánchez Pérez Cap. Estudiantiles de Divulgación OSA-SPIE/INAOE</p>
<p>Diciembre, 13</p> <p><b>Cometas</b> José Ramón Valdés (INAOE)</p>	<p>Diciembre, 14</p> <p><b>Cometas</b> José Ramón Valdés (INAOE)</p>

Sergio Cortés Sánchez \*

## Agua: mercantilización de un bien público

El agua es un bien público; es indispensable para una vida digna; así lo consideró la Asamblea General de las Naciones Unidas (resolución 64/292 del 28/07/2010) y lo tipifica como un Derecho Humano básico. El artículo 4 de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos consigna: toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma *suficiente, salubre, aceptable y asequible*. El Estado garantizará ese derecho y la Ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) entiende por suficiente el agua necesaria para consumo, preparar alimentos, asearse, limpieza del hogar y lavado de ropa; por saludable que esté libre de contaminantes; por aceptable que tenga un olor, color y sabor agradable para el consumo y saneamiento; y por asequible, que esté al alcance económico de cualquier persona. No es un bien para lucrar, es un bien de todos que se debe usar equitativamente y sin degradar los recursos hídricos disponibles, y el Estado está obligado a garantizar que ese derecho se cumpla.

A contrapelo de disposiciones internacionales, del texto constitucional y de La Ley de Aguas Nacionales, el gobernador de Puebla envió una iniciativa al Congreso del estado para privatizar el servicio de agua y saneamiento, la cual fue aprobada por mayoría de votos (28 legisladores locales) el 13 de diciembre de 2012, fecha en que el ánimo familiar es de convivencia y fraternidad. La nueva Ley de Aguas del estado de Puebla permite que cualquier actividad relacionada con el servicio de agua (construcción y reposición de tuberías, plantas de tratamiento, distribución de aguas, cobranzas y administración) pueda ser ejecutada por particulares; les otorga poder para que determinen las tarifas del servicio de agua y saneamiento, y los adeudos de los usuarios se consideran créditos susceptibles de juicio mercantil. Esta acción es inconstitucional y permite amparos individuales o colectivos para impedir su ejecución.

Siendo el agua un bien público, su suministro no se rige por criterios mercantiles, y la intensidad de la extracción del agua se debe regir por la sustentabilidad del recurso y la equidad en el acceso al servicio, y no por una extracción que presione la disposición del bien y su calidad en detrimento de las finanzas de los consumidores domésticos. Actualmente es el Consejo Directivo del Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla (SOAPAP) el que establece las tarifas del servicio de agua y saneamiento, las vigentes para los pasados meses de julio y agosto se publicaron el *Periódico Oficial* del Gobierno Constitucional del Estado de Puebla el 28 de junio del año en curso; en sus artículos 15 y 16 se establecen las tarifas para el consumo de agua a través de medidor y cuota fija respectivamente. La tarifa para consumo con medidor es diferenciada; los primeros 30 metros cúbicos en un bimestre cuestan menos que los siguientes 20 metros cúbicos y cuando el consumo bimestral excede de 50 metros cúbicos, la tarifa aumenta para ese nivel de consumo. Entre la tarifa más baja (hasta 30 metros cúbicos al bimestre) y la más alta (más de 50 metros cúbicos al bimestre) hay una relación de hasta siete a uno, es decir, el que consume más paga una tarifa por unidad de medida más alta; lo mismo se observa en las cuotas fijas; la tarifa del consumo de agua en las colonias de muy alta marginación es nueve veces

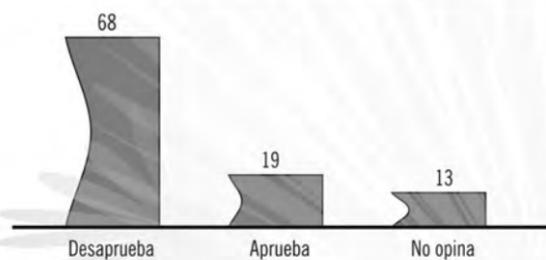
menor a la de aquellos que viven en colonias de muy baja marginación. Esta diferencia de tarifas observa el criterio de equidad, el cual ya no se garantizará si la lógica es la maximización de la ganancia.

La OMS estima el consumo ultra básico de agua de una persona entre 50 y 100 litros diarios. Si lo indispensable para consumo y saneamiento fuera de 100 litros diarios por persona y una familia la integran cuatro miembros, al bimestre el consumo de una familia del municipio de Puebla sería de 24 metros cúbicos, que a las tarifas vigentes pagaría 970 pesos al año, lo cual es ya excesivo si consideramos que 61 por ciento de la población ocupada en la entidad poblana no recibe ingresos o éstos son menores a dos salarios mínimos (Inegi, *Encuesta Nacional de Empleo*, 2012). Nuestros usos y costumbres exigen un consumo mayor de agua. En promedio, los hogares del municipio de Puebla que disponen de teléfono residencial en sus hogares pagan 2 mil 100 pesos al año. Al privatizarse el servicio e incorporar la amortización de

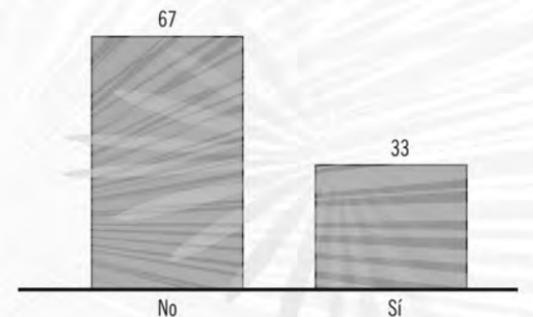
inversiones públicas (no realizadas por los “concesionarios”), el costo del servicio se incrementará, violentando la universalidad del servicio, su carácter público y el criterio de equidad.

Quizá por esos considerandos dos de cada tres ciudadanos del municipio de Puebla desapruaban esa Ley Estatal de Aguas, tres de cada cinco estarían dispuestos al amparo (colectivo o individual) ante la inconstitucionalidad de esa acción, y siete de cada 10 creen que el precio del servicio del agua se incrementará al privatizarse el servicio. Las mayores objeciones a la privatización se registran entre las amas de casa, los jóvenes, los ciudadanos que tienen un nivel de escolaridad de educación media superior y de los que perciben menos de dos salarios mínimos. La opinión actual sobre el servicio de agua del SOAPAP es favorable a ese organismo: 51 por ciento de los ciudadanos opinan bien de dicho sistema, y 55 por ciento estima que pagan lo justo por el servicio de agua proporcionado. **S**

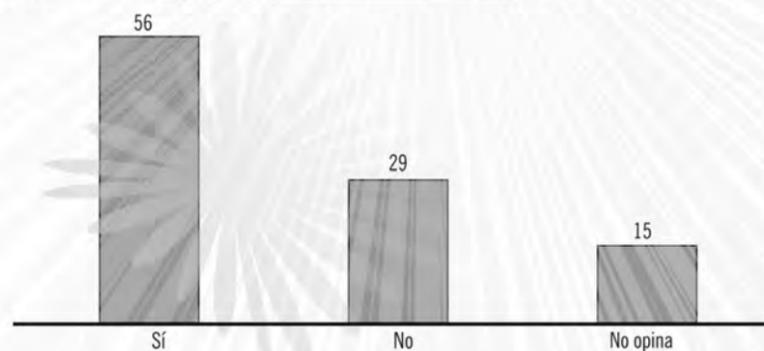
### ¿Aprueba o desaprueba que se haya privatizado el servicio del agua potable?



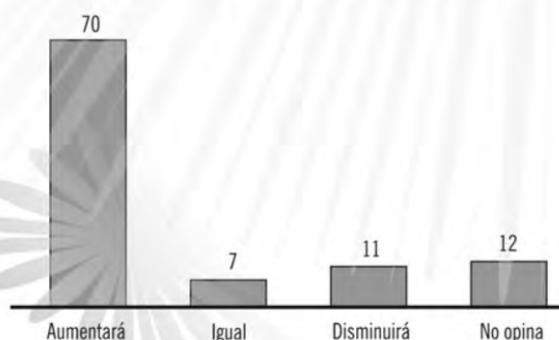
### ¿Estaba usted enterado de que al privatizarse el servicio del agua quienes no paguen serán sujetos a juicios mercantiles?



### ¿Estaría dispuesto a ampararse para evitar la privatización del servicio de agua potable?



### Al privatizarse el servicio de agua, ¿usted cree que el precio del servicio aumentará o disminuirá?



**Metodología:** 407 cuestionarios aplicados por teléfono a ciudadanos radicados en el municipio de Puebla durante los días 20-22 de septiembre de 2013. Grado de confianza de 95 % y margen de error de +/- 4.9 %. Al azar se seleccionaron 65 páginas del Directorio Telefónico del Municipio de Puebla del año en curso y del mismo modo una columna; de manera sistemática se seleccionaron los números de teléfono. Los porcentajes corresponden al dato ponderado por el inverso de la probabilidad de selección. Las encuestas fueron diseñadas, ejecutadas y financiadas por el Diario *La Jornada de Oriente*.

Encuestadores: Ana Lluvia García Vilchis, Eduardo Landa, Angela Nanni Alvarez, Silvia Jiménez Manzano, Alicia Citalán, Anahí Rodríguez y Nadia Sánchez. Validación, Mayté Sánchez; procesamiento, Alejandra Villanueva; responsable, Sergio Cortés Sánchez.

José Gabriel Ávila-Rivera \*

De una palabra griega que significa médico, la iatroastrología es la astrología aplicada al conocimiento de curar. La sospecha de que los astros tienen una influencia sobre la vida probablemente se remonta hasta el surgimiento de la humanidad. De hecho, la observación cuidadosa de la naturaleza entendiéndola como el macrocosmos y su correspondiente vinculación con el cuerpo humano, concibiéndolo como el microcosmos, fue claramente percibida por todos los seres pensantes. Una muestra bastante clara del fenómeno se da con los signos del zodiaco, que en un lenguaje que se pensaba inmutable (ahora ya sabemos que el universo se encuentra en una constante expansión), reflejaba fuerzas contra las cuales poco se podía hacer.

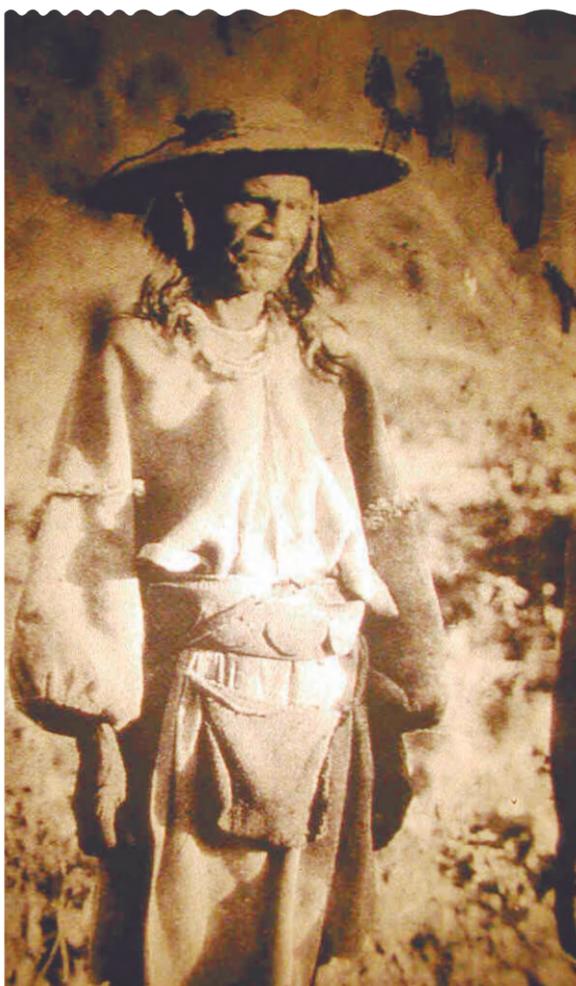
La aparición de enfermedades se podía atribuir a la “influencia” (*influx*) de las estrellas, de donde surgió el concepto de influencia como una enfermedad vinculada estrechamente con el cosmos. Así debió darse el arte de interpretar astrológicamente las distintas patologías para encontrar causas y orientarse a resolver, mediante terapéuticas físicas, distintos problemas de salud.

Las creencias implicaban prácticas llenas de misterios que solamente eran reveladas a ciertos individuos elegidos o escogidos quienes eran vistos como potenciales dominadores de la naturaleza. Seguramente esto dio inicio al concepto de “chamán” o “mago”, que hasta ahora persiste como una búsqueda alternativa para la curación de enfermedades en poblaciones rurales cuando los médicos menosprecian la atención a personas nacidas en dicho medio.

La asociación entre la astrología y la medicina se dio en una forma importante y tan íntima que en el siglo XVIII se estudiaban los cuerpos celestes como una asignatura en el estudio médico, vinculando también las capacidades curativas de plantas, signos zodiacales y planetas. Tomando como base a Hermes Trismegisto, que fue un ser de la mitología vinculado con el griego Hermes (Trismegisto es tres veces grande), establecieron las teorías de las triplicidades: Marte era caliente y seco; Saturno, frío y húmedo; Júpiter, caliente y húmedo; para culminar con Venus, que era caliente y húmedo. De ahí surgió la consideración de tomar en cuenta el horóscopo para poder decidir qué estrategias terapéuticas debían proponerse, incluyendo a las plantas que en una forma propicia debían recolectarse y administrarse.

La influencia de la astrología es tan importante que los días de la semana se vinculan con el cosmos: lunes es Luna; martes es Marte; miércoles es Mercurio; jueves es Júpiter; viernes es Venus; sábado es Saturno y domingo es Sol (aunque este último, por influencia cristiana proviene de *Dominus*, que quiere decir “señor” y marca el día en el que dios descansó de acuerdo con el pasaje bíblico del Génesis). Del mismo modo, la palabra menstruación proviene del latín *mensis*, que quiere decir mes, y ésta procede del griego *mene*, que significa luna; de modo que hablamos del periodo que dura el mes lunar, que por ser de 28 días coincide con los días que dura la *regla* en la mujer.

La fuerza de gravedad que es ejercida por el sol y la luna sobre la Tierra marca los distintos tipos de mareas. La visión imponente del mar con estos cambios induce pensamientos que proponen cambios



• A fines del XIX, dice Lumholtz, que uno de cada tres huicholes era curandero, hoy en día uno de cada cuatro parece o dice tener esa dedicación. Imagen tomada de <http://fradive.webs.ull.es/practica/huich/p4a.html>

sutiles y poco perceptibles en los organismos que siempre se han imaginado. Si algo tan grande como el mar puede ser influenciado por la luna y el sol, resulta bastante atractiva la idea de que estos mismos astros ejerzan una influencia poderosa en nosotros, hablando en términos dimensionales. El primer problema que surge para darle validez a esta intuición es que ningún astrólogo se somete a pruebas de alto rigor científico para poder sustentar sus afirmaciones. Por otro lado, desde finales del siglo XIX y durante el XX se ha ido desencadenando una grave crisis religiosa, que se suma a un desencanto por las consecuencias ambientales que ha generado la tecnología (como la contaminación y una creciente deshumanización, entre otras). Aunque hablar de desarrollo tecnológico no es lo mismo que método científico, se tiene una creencia de que las consecuencias, que han puesto en riesgo la supervivencia de nuestra especie dependen definitivamente de la ciencia, sin serlo.

En lo particular, me parece increíble lo populares que son los horóscopos. Si tomamos distintas publicaciones en un mismo día de una predicción astral, veremos que en propuestas muy vagas no solamente adolecen de falta de coincidencias, sino incluso se contradicen la mayoría de las veces.

Este problema ya ha sido investigado desde un punto de vista estadístico. En 2003, en la revista *Journal of Consciousness Studies*,<sup>1</sup> fue publicado un artículo en el que se hizo un estudio de seguimiento de gemelos y de niños que hubiesen nacido aproximadamente a la misma hora, sin encontrar similitudes planteadas por astrólogos.

Por otro lado, la mayoría de los astrólogos habla de 12 signos del zodiaco (relacionados con 12 constelaciones), cuando en realidad son 13, que incluyen a Ofiuco, que hace 3 mil años, cuando se estableció el sistema zodiacal babilónico, que es el que toman como base los astrólogos, no se veía como ahora.

## Iatroastrología o medicina astrológica

Las creencias implicaban prácticas llenas de misterios que solamente eran reveladas a ciertos individuos elegidos o escogidos quienes eran vistos como potenciales dominadores de la naturaleza.

Seguramente esto dio inicio al concepto de

“chamán” o “mago”,

que hasta ahora persisten como una búsqueda alternativa para la curación de enfermedades en poblaciones rurales cuando los médicos menosprecian la atención a personas nacidas en el medio rural

Yo no creo en la astrología. En efecto, el método científico no es perfecto, pero es la mejor herramienta que tenemos, hasta ahora, para enfrentar nuestros problemas y retos. En este sentido, vale la pena citar a Carl Edward Sagan (1934-1996) que fue uno de los más extraordinarios divulgadores de ciencia. En su libro y serie *Cosmos* describió:

**“Yo nací en una habitación cerrada, la luz de Marte no podía entrar. La única influencia de Marte que podía afectarme era su gravitación. Sin embargo, la influencia gravitatoria del partero era mucho mayor que la influencia gravitatoria de Marte. Marte tiene mayor masa, pero el partero estaba mucho más cerca”.** S

### Referencia

<sup>1</sup> Geoffrey D; Ivan W. Kelly I W. Is Astrology Relevant to Consciousness and Psi? *Journal of Consciousness Studies*, 10, No. 6-7, 2003, pp. 175-198.

Máximo Romero Jiménez \*

## La importancia del Observatorio HAWC en el estado de Puebla

A mediados de agosto leímos y escuchamos en medios nacionales y estatales sobre el inicio de operaciones del observatorio HAWC en el estado de Puebla. Las noticias comentaban que el 1 de agosto de este año iniciaba operaciones formalmente dicho observatorio. Para los que no somos astrónomos, el mismo nombre nos parecía fascinante: HAWC, acrónimo de *High Altitude Water Cherenkov*, u Observatorio Cherenkov de Agua de Gran Altitud, en español, enterándonos que Cherenkov fue un célebre físico soviético que descubrió un tipo muy especial de radiación en 1934. Al seguir leyendo continuaba el asombro; la mayoría al pensar en observatorios imaginamos telescopios, nos remitimos a lentes y espejos en grandes estructuras. Sin embargo, al aprender sobre el HAWC vemos que se trata de un arreglo de 100 detectores, que al ojo no entrenado parecen tanques o tinacos, con 180 mil litros de agua cada uno.

El observatorio se encuentra ubicado en las faldas del volcán Sierra Negra, en el estado de Puebla, a una altura de 4 mil 100 metros sobre el nivel del mar y sólo unos metros debajo del Gran Telescopio Milimétrico. El HAWC es un proyecto binacional desarrollado en conjunto con científicos de los Estados Unidos. Recibe financiamiento de diversas instituciones, como el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), la National Science Foundation, la Universidad de Maryland, Los Alamos National Laboratory, entre otros.

El HAWC es un observatorio de rayos gamma; muchos hemos escuchado sobre rayos x, rayos ultravioleta, pero, ¿rayos gamma, radiación de altas energías o radiación de Cherenkov? El Dr. Ibrahim Torres, investigador del INAOE y encargado del sitio, explica que la técnica Cherenkov "consiste en utilizar grandes cantidades de agua ultra pura como medio radiador y unos detectores capaces de captar señales de un par de fotones producidos en el líquido. Los rayos gamma de muy alta energía generan en la atmósfera una cascada de partículas, la cual crece hasta alcanzar un máximo a unos 6 mil metros de altura y empieza a decaer al seguir avanzando dentro de la atmósfera. Al entrar al agua, las partículas de la cascada viajan más rápido que la luz dentro del agua y emiten un tipo de luz conocida como luz Cherenkov, por el nombre de su descubridor. Esta luz es medida por los detectores, revelando su origen. Reconstruyendo la señal observada por todos los detectores de luz de manera conjunta mediante electrónica y equipo de cómputo de alta precisión, es posible determinar la energía, dirección, tiempo de arribo y naturaleza de la partícula responsable". Es así, como nos explican los expertos, que gracias a los 100 contenedores del HAWC, con 180 mil litros de agua pura cada uno, se podrán estudiar radiaciones muy específicas de objetos como supernovas, estrellas de neutrones, núcleos galácticos y agujeros negros súper masivos.

El arreglo de 100 detectores es la primera fase del proyecto, que se espera que en 2014 cuente con 300 detectores para alcanzar su máxima fase de operacio-

nes. El doctor Alberto Carramiñana, director general del INAOE y vocero del proyecto HAWC, recalcó: "creo que lo más relevante es subrayar que HAWC nos da la oportunidad de contar con un observatorio de clase mundial a más de 4 mil metros de altura que no existe en ningún otro lugar del planeta".

Contar con instituciones de educación superior, centros de investigación y proyectos científicos de clase mundial como lo son el Gran Telescopio Milimétrico y el Observatorio HAWC deberían llenarnos de orgullo a todos los poblanos. El observatorio HAWC no se limita a la observación de rayos cósmicos y rayos gamma; para su construcción ha desarrollado tecnología propia que va desde la instalación, operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua para obtener el agua ultrapura que se necesita a la instrumentación electrónica con muy alta sensibilidad a la luz.

Asimismo, el proyecto considera la conservación y restauración del área natural protegida del Parque Nacional Pico de Orizaba, con obras de conservación de suelos, reforestación, sembrado, protección de taludes para evitar erosión y captación y encauzamiento de agua.

Estamos seguros de que los resultados de las observaciones proporcionarán conocimientos vitales para entender mejor el universo; la formación de estudiantes en el proyecto (además de investigadores participan estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, así como técnicos académicos) pondrá a los científicos de nuestro estado a la par con los mejores del mundo, y el desarrollo de tecnología propia nos permitirá seguir siendo una entidad a la vanguardia en la búsqueda del bienestar social a través de la ciencia y la tecnología. **S**

✉ @romeromaximo

\* r\_maximo@hotmail.com

## Efemérides



**Octubre 1, 05:08.** Marte a 6.9 grados al Norte de la Luna en la constelación del León. Elongación de Marte: 46.8 grados. Configuración observable hacia el Este en las últimas horas de la madrugada, antes de la salida del Sol.

**Octubre 3, 23:14.** Venus en el afelio. Distancia heliocéntrica: 0.72823 U.A.

**Octubre 5, 00:34.** Luna nueva. Distancia geocéntrica: 381,404 km.

**Octubre 7, 03:34.** Saturno a 2.3 grados al Norte de la Luna en la constelación de la Libra. Elongación de Saturno: 26.7 grados. Sólo será visible inmediatamente después de la puesta del Sol si el horizonte poniente está despejado.

**Octubre 8, 10:53.** Venus a 4.0 grados al Sur de la Luna en la constelación de la Libra. Elongación de Venus: 45.5 grados. Sólo será visible inmediatamente después de la puesta del Sol si el horizonte poniente está despejado.

**Octubre 8.** Lluvia de meteoros Draconidas. Actividad desde el 6 al 10 de octubre con el máximo el día 8 de octubre. La tasa horaria es variable y para el 2013 se esperan unos 10-20 meteoros por hora. El radiante se encuentra en la constelación del Dragón con coordenadas de AR=262 grados y DEC=+54 grados. Está asociada el cometa 21P/Giacobini-Zinner.

**Octubre 9, 09:58.** Mercurio en su máxima elongación Este. Elongación: 25.34 grados.

**Octubre 10, 23:13.** Luna en el perigeo. Distancia geocéntrica: 369,814 km. Iluminación de la Luna: 38.8%.

**Octubre 10.** Lluvia de meteoros Táuridas Sur. Actividad desde el 10 de septiembre al 20 de noviembre con el máximo el día 10 de octubre. La tasa horaria es de 5 meteoros. El radiante se encuentra en la constelación del Toro con coordenadas de AR=32 grados y DEC=+09 grados. Está asociada el cometa 2P/Encke.

**Octubre 11, 21:30.** Máximo brillo de Mercurio, V=0.1. Elongación de Mercurio: 25.19 grados.

**Octubre 11, 23:02.** Luna en Cuarto Creciente. Distancia geocéntrica: 370,066 km.

**Octubre 11.** Lluvia de meteoros Delta Aurígidas. Actividad desde el 10 al 18 de octubre con el máximo el día 11 de octubre. La tasa horaria es de 2 meteoros. El radiante se encuentra en la constelación de Auriga con coordenadas de AR=84 grados y DEC=+44 grados.

**Octubre 18, 23:37.** Luna llena. Distancia geocéntrica: 385,707 km.

Octubre 18, 23:50. Eclipse penumbral de Luna. El último eclipse lunar del año será un eclipse penumbral bastante profundo, con una magnitud de 0.7649. Desde territorio mexicano serán visibles las últimas etapas del eclipse en las últimas horas de la tarde, durante la salida de la Luna.

**Comienzo del eclipse penumbral: 21:50:38 UT**

**Máximo del eclipse: 23:50:17 UT**

**Fin del eclipse penumbral: 01:49:49 UT**

**Octubre 18.** Lluvia de meteoros Epsilon Gemínidas. Actividad desde el 14 al 27 de octubre con el máximo el día 18 de octubre. La tasa horaria es de 3 meteoros. El radiante se encuentra en la constelación de Géminis, con coordenadas de AR=102 grados y DEC=+27 grados.

**Octubre 21, 10:21.** Mercurio estacionario. Elongación de Mercurio: 20.4 grados.

**Octubre 21.** Lluvia de meteoros Oriónidas. Actividad desde el 2 de octubre al 7 de noviembre con el máximo el día 21 de octubre. La tasa horaria es de 25 meteoros. El radiante se encuentra en la constelación de Orión, con coordenadas de AR=195 grados y DEC=+16 grados.

**Octubre 24.** Lluvia de meteoros Leo Minóridas. Actividad desde el 19 al 27 de octubre con el máximo el día 24 de octubre. La tasa horaria es de 2 meteoros. El radiante se encuentra en la constelación de Leo Minor, con coordenadas de AR=162 grados y DEC=+37 grados.

**Octubre 25, 14:24.** Luna en apogeo. Distancia geocéntrica: 404,557 km. Iluminación de la Luna: 63.1%.

**Octubre 25, 20:55.** Júpiter a 5.7 grados al Norte de la Luna en la constelación de Gemini. Elongación de Júpiter: 77.4 grados. Configuración observable después de la media noche, hacia el horizonte oriente.

**Octubre 26, 23:40.** Luna en Cuarto Menguante. Distancia geocéntrica: 403,310 km.

**Octubre 29, 23:46.** Marte a 6.87 grados al Norte de la Luna en la constelación de Leo. Elongación de Marte: 58.2 grados. Configuración observable en las últimas horas de la madrugada del día 30 de octubre hacia el horizonte oriente. **S**

Vivir

Alberto Cordero \*



**D**on Julio Scherer García es un autodidacta, leyenda del periodismo nacional de la segunda mitad del siglo XX y lo que llevamos del XXI. Director del periódico Excélsior, fundador y director de la emblemática revista Proceso.

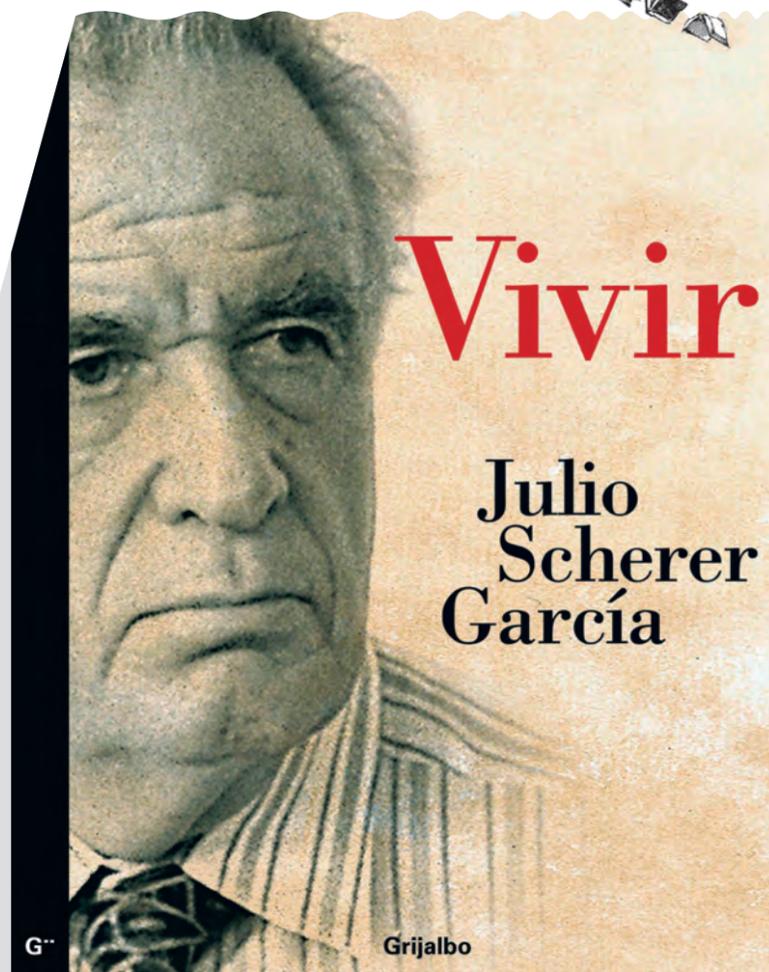
Don Vicente Leñero recomendaba, como buen periodista, no escuchar los discos porque son perfectos, siempre son excelentes. Es mejor asistir a los conciertos en vivo, como el tiempo, porque ahí todo es novedad.

Pero Scherer, además de leyenda, es humano y retrata algo de su vida familiar como los efectos que tuvo en su vida: la pérdida de la argolla el día de su matrimonio; la mastectomía del seno izquierdo de su esposa Susana (¿qué ocultan los senos que nos llevan a la locura?). Narra también algunas de las contradicciones entre ellos porque ella bailaba maravillosamente, nunca entraba a una alberca, era romántica y católica; mientras él tenía dos pies izquierdos, nadaba maravillosamente, nunca le llevó una serenata y era ateo. Pero con ella supo lo que era una mujer, pasión y ensueño.

**Mirar y sentir el mundo**

Don Julio Scherer ha entrevistado a muchísimos personajes en todo el tiempo y en todo el mundo. En 1959 intentó entrevistar en la Unión Soviética a Kruschev sin lograrlo. Entrevistó al líder rebelde coronel Francisco Alberto Caamaño, entonces levantado en armas contra el dictador Rafael Leónidas Trujillo. En Bangladesh, ante una epidemia de cólera, intentó hablar con los moribundos. En Sudáfrica descendió en una mina de oro cuyo malacate crujía por los maderos semipodridos. Y ahí entrevistó al último primer ministro del apartheid, Balthazar John Vorster, quien le platicó parte de su ideario: entre el blanco y el negro nada es posible porque son especies ajenas (sic). Por eso, decía, el blanco debe estar en Johannesburgo, en Pretoria, en Ciudad del Cabo... y el negro en su confin.

Julio Scherer  
García.  
Vivir,  
Editorial  
Grijalbo (2012).



*En Sudáfrica descendió en una mina de oro cuyo malacate crujía por los maderos semipodridos. Y ahí entrevistó al último primer ministro del apartheid, Balthazar John Vorster, quien le platicó parte de su ideario: entre el blanco y el negro nada es posible porque son especies ajenas (sic). Por eso, decía, el blanco debe estar en Johannesburgo, en Pretoria, en Ciudad del Cabo... y el negro en su confin.*

En 1958 el gobierno de Guatemala hundió unos barcos pesqueros mexicanos, por lo cual las relaciones diplomáticas se rompieron. Julio Scherer fue enviado, con viáticos insuficientes, a entrevistar al presidente de Guatemala, José Ydígoras Fuentes. Al final de la entrevista, Scherer recuerda que no tenía dinero con qué regresar a México y le pide un préstamo al presidente, con la promesa de devolverlo al llegar a México... y después de firmar el recibo correspondiente por el préstamo. Así inició el retorno, pero llegando al aeropuerto leyó la noticia de que Ydígoras tenía la prueba de que un periodista mexicano era corrupto.

En Haití, entrevistó a François Duvalier (Papá Doc), quien inició como un médico filántropo. 30 años después, el despiadado dictador le confiaba —¿qué acaso ustedes, en México, con la existencia de un partido único (entonces y ahora PRI) no han resuelto de una manera muy elegante este mismo problema de la presidencia vitalicia?

**de Excélsior a proceso**

Gustavo Díaz Ordaz consideraba a Julio Scherer como “un traidor a México” y sólo con la intervención de don Lázaro Cárdenas se evitó que Scherer fuera expulsado de Excélsior y metido a la cárcel. Proceso nació el 6 de noviembre de 1976, después que un grupo importante de periodistas fueran expulsados, ahora sí, del periódico Excélsior, por órdenes del entonces presidente Luis Echeverría. Julio Scherer considera a Luis Echeverría un traidor sin honor porque: organiza las matanzas de Tlatelolco, del jueves de Corpus, pero no da la cara; organiza la persecución y la desaparición de los guerrilleros en los setentas (incluidos civiles) y ordena el asalto a Excélsior. El proyecto de Proceso es definido por Scherer para mostrar ante la sociedad “los hechos concretos, los que huelen y se tocan”. En ese contexto, Proceso investiga la corrupción del entonces presidente José López Portillo y en venganza éste le retira toda la publicidad oficial. El objetivo era ahogar económicamente a Proceso hasta hincarlo frente al poder. La sorpresa fue mayúscula cuando descubrieron que sin la publicidad oficial, la circulación de Proceso aumentó.

Eran los tiempos de Jacobo Zabłudovsky. Sus seguidores hablaban de él, de su cobertura nacional, siempre elegante, con información privilegiada, de fina ironía y dicción sin error. A las 10 de la mañana en punto, antes de salir a rendir el presidente en turno su informe del 1 de septiembre, Jacobo desplegaba su talento al entrevistarlo. “El 1 de septiembre era el día del presidente de la República, pero también de su propagandista”.

Después de que fue despedido de 24 Horas, Zabłudovsky se explicó: —Eran otros tiempos —dijo.

Los de la información única y de la enorme riqueza para algunos informadores. Hoy Zabłudovsky “ladra muy de vez en cuando, en su noticiario, enseñando sus dientes (ahora) sin filo.”

Al final de una comida platicaba con Manuel Esinosa Yglesias. “Le dije en esa ocasión que, dueño de una fortuna inmensa, podría comprar todo lo que en el mundo tuviera volumen y color, daba igual un castillo histórico, el brillante más puro de Kimberley o la gracia de una mujer incomparable.

—¿Para qué quiere tanto dinero, Manuel? ¿Qué sentido tiene más y más, hasta el día irrevocable?

—No entiendes. Yo no trabajo para hacer más dinero. Trabajo para demostrar que sigo siendo el mejor en los negocios.

El libro de Scherer es un “viaje intimista y crítico al centro de pasajes compartidos con personajes de la vida pública y del poder político y económico, con destinos y caminos que coinciden, se separan, se reúnen y concluyen. Testimonio del uso y abuso de influencias y disyuntivas que enfrentan al ser humano en su más recóndito fuero... Este libro es, con todo y por todo, una celebración de los efectos, las pasiones, los fervores y los abrazos que sólo vencen la muerte y el olvido”. S

Martín Rodolfo Palomino Merino \*

# ¿Qué es la radiación y cómo la detectamos?

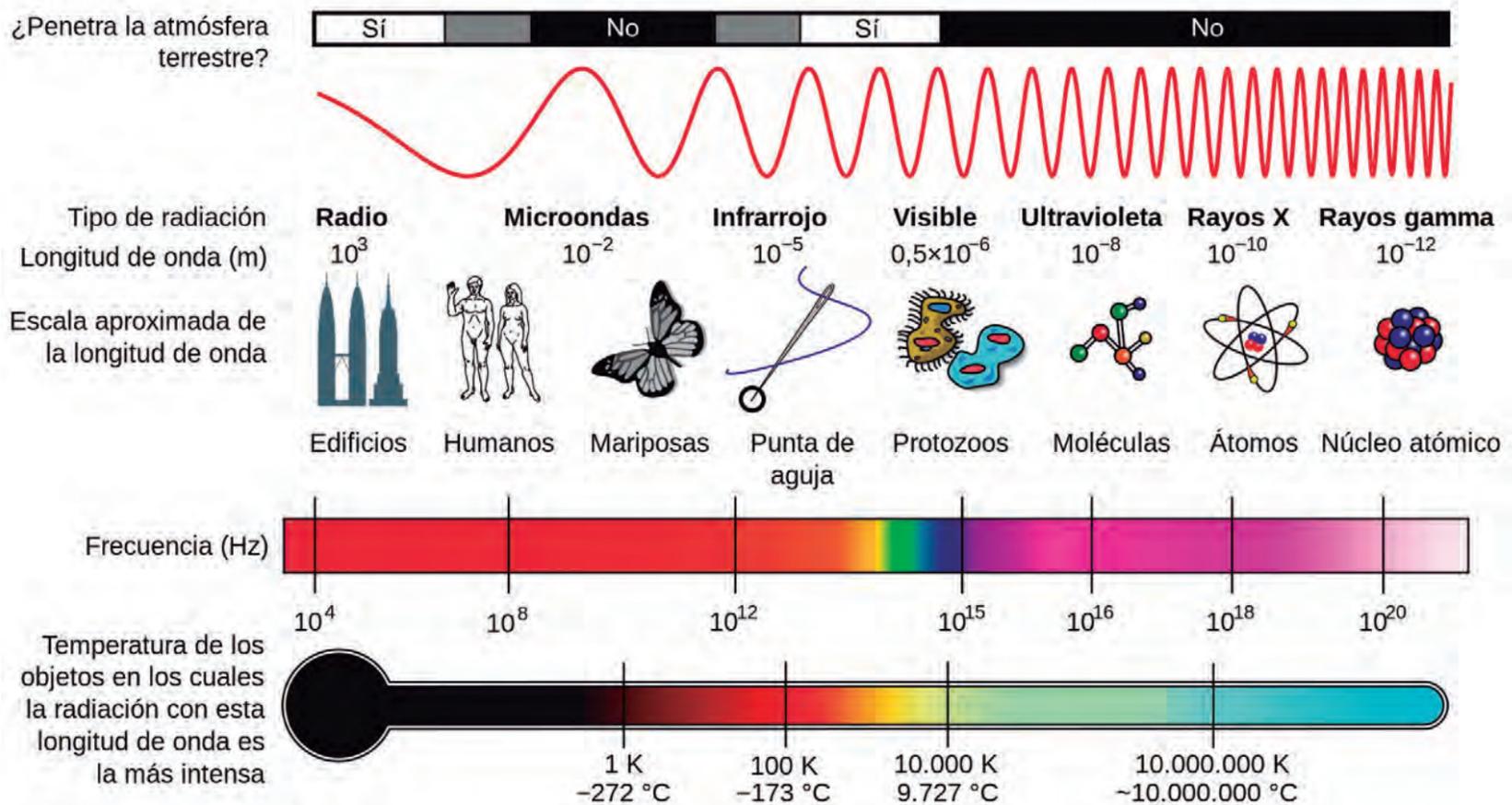


Figura 1

Estamos siendo "bombardeados" todos los días y a todas horas. ¿Sabías eso? ¿Y de dónde provienen esos "bombazos"? La respuesta más general a esta pregunta sería: los "bombazos" provienen de arriba. ¿De arriba? Sí, de arriba, de alguna parte del Universo, aunque en realidad no están llegando de todos lados.

Estas simples preguntas plantean la importancia de estudiar estos fenómenos para entender lo que nos llega, en algunos casos, de las regiones más lejanas del Universo: ¿qué son?, ¿de dónde vienen?, ¿nos afectan en algo?, ¿nos sirven para algo?, ¿cómo los detectamos y medimos?, y ya de paso, ayudarnos a responder la pregunta más importante: ¿cuál es el origen del universo?

A esto que proviene del Universo le llamamos radiación pero, además de que nos bombardea desde arriba, también la tenemos en la Tierra. La radiación más común es la que llamamos también luz, con sus tres frecuencias más conocidas: luz ultravioleta, luz visible y luz infrarroja. Actualmente hay detectores para diferentes tipos de luz que antes era invisible a nuestros ojos, que son sensibles a la luz visible en todos sus colores, más concretamente los colores que se forman en el arco iris. También tenemos detectores hechos de diferentes materiales, llamados semiconductores, con los cuales no sólo detectamos la luz, sino que hasta se han desarrollado aparatos de uso común que forman y almacenan las imágenes. Algunos de estos aparatos detectores que forman imágenes son los teléfonos celulares, que pueden tomar fotografías. Los ojos humanos no son buenos, ni recomendados para ser detectores de luz ultravioleta o infrarroja, pero ya existen dispositivos que nos ayudan en esta tarea. Pero, ¿cuántos más tipos de radiación existen? La figura 1 nos presenta una imagen de los tipos de radiación que se conocen. En esta figura se muestra lo que también se conoce como el espectro electromagnético. Hay algunos tipos de radiación con las cuales ya hemos tenido mayor contacto, que son más comunes para nosotros; una de ellas es la conocida como Rayos X, y el método de detección, todavía usado, es el uso de película fotográfica con una emulsión

especial que producen las llamadas radiografías, que ayudan al médico a diagnosticar la enfermedad que padecemos. Pero, ¿cuáles son las radiaciones que nos bombardean todos los días? Pues resulta que de muchas partes del Universo nos llegan radiaciones como rayos X, radiaciones  $\alpha$ ,  $\beta$  o  $\gamma$ , las cuales tienen la propiedad de llegar en forma de partículas. Afortunadamente las más energéticas se "quedan" en la parte superior de la atmósfera, ya que son absorbidas, por lo que para detectarlas se requieren de satélites en el espacio o métodos indirectos en la superficie terrestre.

¿Y estas radiaciones para qué nos sirven? Una de las principales aplicaciones de las radiaciones es para el tratamiento de una de las enfermedades que ha producido muchas muertes en los últimos años: el cáncer. El tratamiento por radiación a las células cancerígenas es una alternativa que ayuda a combatir este mal. En este momento toma su importancia la llamada Ciencia de los Materiales, que trata sobre la síntesis de nuevos materiales, así como sus propiedades físicas y químicas. A este respecto, esta rama de la ciencia se ha encargado de sintetizar nuevos materiales, como el fluoruro de litio (LiF) o el fluoruro de calcio ( $\text{CaF}_2$ ), que con ciertas características estructurales permiten la detección de radiación como la utilizada en los hospitales para el tratamiento del cáncer.

Actualmente se estudian grupos químicos importantes como los boratos y aluminatos, sólo por mencionar algunos, con el fin de aplicar sus propiedades para la construcción de

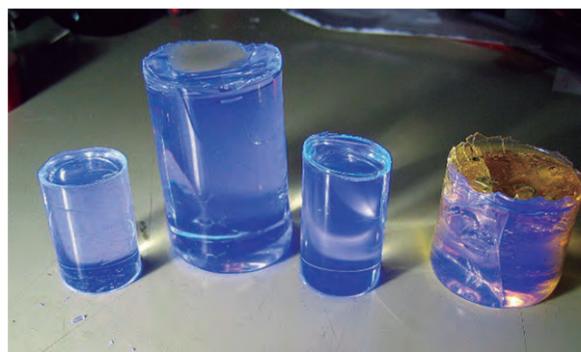


Figura 2



Figura 3

nuevos dosímetros, es decir dispositivos detectores de radiación. En la figura 2 se muestra una fotografía de un dosímetro personal, como los que portan los encargados de dar tratamiento por radiación a un paciente con cáncer. Este dispositivo permite "acumular" la cantidad de radiación que le llega a una persona para posteriormente "leer" el dosímetro y determinar cuánta radiación ha recibido la persona que lo porta y determinar si requiere de un descanso de radiación.

Las aplicaciones de la ciencia de los materiales continúan con la síntesis de los llamados plásticos centelladores diseñados a partir de la molécula de Estireno en combinación con las moléculas orgánicas PPO (2,5-Diphenyloxazole) y POPOP (1,4-Bis(5-phenyl-2-oxazolyl)benzene) (ver figura 3) para producir bloques de plástico transparente que tiene la propiedad de "frenar" la radiación, produciendo luz en el plástico para luego ser recolectada por dispositivos electrónicos convencionales. Actualmente se pueden diseñar los plásticos centelladores dependiendo del tipo de radiación o partícula que se quiere detectar.

Ahora, volviendo al inicio del presente texto, se encuentran en construcción nuevos observatorios con detectores a partir de plásticos centelladores con el fin de recolectar radiación y/o partículas provenientes del espacio exterior tratando de responder a las preguntas de siempre: ¿de dónde venimos? o ¿cómo se originó el Universo? **S**

Guadalupe Rivera \*

Hay algunos fenómenos conocidos como los más violentos y energéticos del Universo: los agujeros negros súper masivos, las estrellas de neutrones, los sistemas estelares binarios con acreción estelar, las supernovas y los cuántares. Viajan, en el agua, más rápido que la luz. Su estudio podría arrojar información sobre la naturaleza de la materia oscura. Son los rayos cósmicos y los rayos gamma, las partículas y los fotones de más alta energía que produce el Universo conocido, y Puebla cuenta ya con un instrumento de última generación, el mejor de su tipo en todo el orbe, para detectarlos y estudiarlos.

Se llama HAWC, acrónimo de *High Altitude Water Cherenkov*, y es el observatorio de rayos gamma que el pasado 1 de agosto inició operaciones formalmente en las faldas del Volcán Sierra Negra, a cuatro mil 100 metros sobre el nivel del mar. HAWC ya cuenta con 100 de los 300 detectores Cherenkov que lo integrarán una vez que se concluya su instalación en 2014. Cada detector es, de hecho, un enorme contenedor de agua ultra pura de 5 metros de alto por 7.3 metros de diámetro y que ha sido equipado con instrumentación electrónica de muy alta sensibilidad a la luz. Este arreglo monitoreará las 24 horas del día los 365 días del año fuentes celestes emisoras de rayos gamma, y realizará mapeos de más de sesenta por ciento del cielo.

HAWC es un proyecto binacional que recibe financiamiento de diversas instituciones entre las que destacan el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por parte de México, e instituciones estadounidenses como la National Science Foundation, los Alamos National Laboratory, el Departamento de Energía y la Universidad de Maryland.

Los rayos gamma, radiación electromagnética de muy alta frecuencia, y los rayos cósmicos, partículas subatómicas de muy alta energía; son producto de los eventos más energéticos y violentos en el Universo. Eventos tales como la colisión de estrellas de neutrones, las explosiones de supernovas, los sistemas binarios de estrellas con acreción estelar, y los núcleos activos de galaxias que hospedan agujeros negros millones de veces más masivos que el Sol. Se trata de fotones con energía de millones de millones de eV. Cuando los rayos cósmicos y los rayos gamma llegan a la Tierra, interactúan con las moléculas de aire en la atmósfera. Los rayos gamma, por ejemplo, se transforman en pares de materia cargada y partículas de antimateria (principalmente electrones y positrones). Estas partículas interactúan rápidamente con otras moléculas de aire, produciendo más rayos gamma pero con energía reducida, los cuales a su vez crean más pares de partículas cargadas. Esta reacción en cadena se repite una y otra vez generando una cascada de partículas y radiación que al llegar a nivel de suelo es registrada por los detectores de HAWC.

HAWC detecta esta cascada utilizando la técnica Cherenkov, la cual difiere de las clásicas observaciones astronómicas que utilizan espejos, lentes y antenas. Esta técnica consiste en emplear grandes cantidades de agua ultra pura como medio radiador y unos detectores capaces de captar señales del par de fotones producidos en el líquido. Al entrar al agua, las partículas de la cascada viajan más rápido que la luz dentro de este medio y emiten un tipo de luz conocida como luz Cherenkov, por el nombre de su descubridor. El resultado obtenido es similar a la onda de choque producida en la atmósfera por un avión supersónico pero, en lugar de sonido, las partículas generan un cono visible de luz. Reconstruyendo la señal observada por todos los detectores de luz Cherenkov de manera conjunta, mediante electrónica y equipo de cómputo de alta precisión, es posible determinar el origen, la energía, la dirección, el tiempo de arribo y la naturaleza de la partícula responsable.

En 2009, HAWC se consolidó como el proyecto astronómico mexicano con mayor impacto para la astrofísica de altas energías. En ese año se realizó una primera prueba con tan sólo tres detectores Cherenkov y se resolvieron problemas de



# El Universo violento visto desde Puebla

▲ M1: La Nebulosa del Cangrejo observada con el Hubble. Crédito: NASA, ESA, J. Hester, A. Loll (ASU), tomada de [http://apod.nasa.gov/apod/image/1112/m1\\_hst\\_2400.jpg](http://apod.nasa.gov/apod/image/1112/m1_hst_2400.jpg)  
▼ HAWC, visto desde el GTM

diseño y logística relacionados con la gran altura del sitio. En 2011 se concluyó un arreglo prototipo con siete detectores Cherenkov, con los cuales se afinaron los detalles para la construcción de todo el sistema. Hace unos meses los científicos verificaron el buen funcionamiento de HAWC al integrar exitosamente la primera imagen de la sombra de la Luna con observaciones realizadas durante varias semanas y con tan sólo 30 tanques. En abril de este año, HAWC alcanzó un hito importante al lograr la primera imagen de la sombra de la Luna sobre un fondo de rayos cósmicos con observaciones realizadas durante varias semanas y con tan sólo 10 por ciento de su capacidad en ese momento.

Actualmente HAWC enfoca sus esfuerzos en la observación de la Nebulosa del Cangrejo, que se utilizará como calibrador por ser una fuente muy estudiada y conocida. También se trabaja en proyectos como la sombra del Sol debida al fondo de rayos cósmicos y el estudio de la anisotropía a pequeña y a gran escala de rayos cósmicos, entre otros. HAWC se complementará con el telescopio espacial de rayos gamma Fermi y con el detector de neutrinos IceCube, situado en la Antártida.

Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN), Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE), Universidad Autónoma de Chiapas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad de Guadalajara (UdG), Universidad de Guanajuato (DCI-UDG), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto de Astronomía (IA-UNAM), Instituto de Física (IF-UNAM), Instituto de Ciencias Nucleares (ICN-UNAM), Instituto de Geofísica (IGeof-UNAM), Universidad Politécnica de Pachuca.

#### Instituciones participantes de Estados Unidos:

Colorado State University, George Mason University, Georgia Institute of Technology, Los Alamos National Laboratory, Michigan State University, Michigan Technological University, NASA/Goddard Space Flight Center, Ohio State University at Lima, Pennsylvania State University, University of California, Irvine, University of California, Santa Cruz, University of Maryland, University of New Hampshire, University of New Mexico, University of Utah, University of Wisconsin Madison. ☒

#### Instituciones participantes de México:

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto

#### información

<http://www.hawc-observatory.org/>

\* [grivera@inaoep.mx](mailto:grivera@inaoep.mx)

## agenda



### Mi primera estampa. Curso de Litografía en placa de poliéster.

Del 5 de noviembre al 5 de diciembre 2013.  
Informes e Inscripciones.  
Museo "Casa de los muñecos"  
229 55 00 ext. 5294

### Escuela Complutense Latinoamericana 2013.

Del 19 al 29 de noviembre 2013.  
Informes: ecl.2013@correo.buap.mx o al teléfono 2 29 55 00 Ext. 7910 o 7927

### Relaciones internacionales e intercambio académico publica sus Convocatorias: Programa de Movilidad e Intercambio Nacional Verano, Otoño 2014 y Primavera 2015.

Informes y requisitos en:  
[www.relacionesinternacionales.buap.mx](http://www.relacionesinternacionales.buap.mx)  
Periodo de registro en línea:  
2 de septiembre al 31 de octubre de 2013.  
Registro: [www.relacionesinternacionales.buap.mx/srcmi](http://www.relacionesinternacionales.buap.mx/srcmi)

### Convocatoria Programas de Movilidad e Intercambio Internacional otoño 2014 y primavera 2015.

Informes y requisitos en:  
[www.relacionesinternacionales.buap.mx](http://www.relacionesinternacionales.buap.mx)  
Periodo de registro en línea:  
2 de septiembre al 31 de octubre de 2013.  
Registro: [www.relacionesinternacionales.buap.mx/srcmi](http://www.relacionesinternacionales.buap.mx/srcmi)

### Posgrado en Ciencias Químicas.

La Facultad de Ciencias Químicas y el Centro de Química del ICUAP publican su convocatoria para maestrías y doctorados en:

#### Bioquímica y Biología Molecular Fisicoquímica

#### Química Inorgánica Química Orgánica

Recepción de documentos:  
del 5 de agosto al 27 de noviembre 2013  
Inscripción curso propedéutico: hasta el 9 de septiembre 2013.  
Informes: 2 29 55 00 ext. 7397, 7344, 7345.  
[www.buap.mx/csquimicas](http://www.buap.mx/csquimicas)  
Posgrado\_ciencias\_quimicas@hotmail.com



### XX Semana Nacional de Ciencia y Tecnología

21-25 de Octubre  
<http://www.inaoe.mx/visitas/>

### Primer Congreso de Profesores de Ciencias Naturales del estado de Puebla

7-9 de Noviembre  
<http://www.ampcnpuebla.org>

### XXIII Olimpiada Estatal de Química

9 de Noviembre  
<http://oequimica-puebla.blogspot.mx>

### Noche de las Estrellas

9 de Noviembre  
Sedes: Puebla: CU-BUAP  
Atlixco: La Carolina  
Cd. Serdán: Atrio de la Parroquia  
<http://www.nochedelasestrellas.org.mx>

### Baños de Ciencia.

#### Talleres de ciencia para niños de 6-12 años

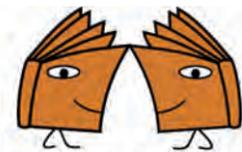
26 de Octubre  
**Aves**  
Nicole Gilbert (HAWC/INAOE)  
Consejo Puebla de Lectura / 12 Norte 1808. Colonia El Alto  
11:00 Entrada Libre  
Mayor información: 4049313 y 4049314

#### Talleres y conferencias con el GTM

Octubre 18  
**Conferencia: El mundo dentro de los circuitos integrados**  
Capítulos de Divulgación (INAOE/IEEE Sección Puebla)  
Teatro Manuel M. Flores  
Cd. Serdán 18:00. Entrada Libre

Octubre 19

**Taller: Electrónica recreativa**  
Capítulos de Divulgación (INAOE/IEEE Sección Puebla)  
Centro Cultural Casa de la Magnolia  
Cd. Serdán 11:00. Entrada Libre.



CONSEJO PUEBLA DE LECTURA A.C.

12 norte 1808  
Colonia El Alto

#### Baños de lectura Cazadores de monstruos y criaturas fantásticas

Dirigido a niños de 7 a 12 años  
Todos los lunes, de 16 a 18 horas

#### Círculos de lectura

**El colectivo fantasmal**  
Dirigido a niños de 7 a 12 años  
Todos los viernes, de 16 a 17 h

**Un viaje por la poesía del mundo**  
Dirigido a jóvenes de 16 a 25 años  
Todos los martes, de 16:30 a 18 h

**Historias para grandes lectores**  
Dirigido a adultos mayores de 40 años  
Todos los lunes, de 16 a 18 h

**Taller: Leo, escucho leer, veo leer, leo con otros y para otros**  
Niñas y niños como promotores de lectura

Dirigido a niños de 7 a 12 años  
Viernes, de 16 a 18 horas  
Del 4 de octubre al 14 de diciembre

### Fiesta de lectura

**Baile de letras. Celebrando el día mundial de la danza**  
Dirigido al público en general  
Viernes 18 de octubre de 13 a 18 horas

### Servicio de biblioteca permanente

De lunes a viernes, de 12 a 18 h y sábados de 11 a 14 horas



CONSEJO DE  
CIENCIA y  
TECNOLOGÍA  
DEL ESTADO DE PUEBLA



PLANETARIO  
PUEBLA

El Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla y el Planetario Puebla invitan a sus actividades de martes a domingo:  
12:30 y 16:00 **Titanes de la Era del Hielo**  
14:00 y 18:00 **El Vuelo de las Monarca**

Calzada Ejército de Oriente s/n, zona Los Fuertes, Unidad cívica 5 de mayo. Puebla, Puebla.  
Informes: 2 366998 [www.planetariopuebla.com](http://www.planetariopuebla.com)

### Semana Nacional de Ciencia y Tecnología.

28, 29 y 30 de octubre en el Centro de Convenciones Puebla.  
Informes: [www.concytep.puebla.gob.mx](http://www.concytep.puebla.gob.mx)

### Segundo Encuentro de Jóvenes Investigadores Conacyt - Concytep 2013.

28, 29 y 30 de octubre en el Centro de Convenciones Puebla.  
Informes: [www.concytep.puebla.gob.mx](http://www.concytep.puebla.gob.mx)

El Universo no está hecho de átomos,  
sino de historias.

Roger Penrose



Épsilon

Jaime Cid

## Noche de las ESTRELLAS 2013

El Universo y el agua... sumérgete en el cielo

...Sólo estaban el mar en calma y el cielo en toda su extensión. Popol Vuh

Noviembre 9 a partir de las 16:00 horas. [nochedelasestrellas.org.mx](http://nochedelasestrellas.org.mx)

<p><b>Puebla</b> 16:00-23:00 Ciudad Universitaria BUAP Explanada de Rectoría San Manuel</p>	<p><b>Atlixco</b> 17:00-23:00 Módulo Deportivo "La Carolina"</p>	<p><b>Cd. Serdán</b> 19:00-23:00 Atrio de la Parroquia Centro Histórico</p>
---	--	---