

SABERE **Y** CIENCIAS

septiembre 2016 · número 55 año 5 · Suplemento mensual

 **La Jornada**
de Oriente



45 aniversario
 INADE



Editorial

Valoración negativa de las finanzas

El gobierno de México ha dejado de ser un país solvente para cubrir sus compromisos financieros, la magnitud de la deuda neta del sector público se ubica en 48 por ciento del PIB y los ingresos públicos disponibles no son suficientes para cubrir el servicio de la deuda (Standard and Poor's). La producción por persona de bienes y servicios en México durante los cuatro años de gestión de Enrique Peña Nieto varió en 3.5 por ciento para todo el cuatrienio en tanto que la deuda neta pública representó 42 por ciento para esos años; en el bienio 2004-2006, el Producto Bruto Interno (PIB) por persona aumentó 6.25 por ciento y la deuda neta pública fue de 30 por ciento del PIB. Mayor deuda pública y menor crecimiento económico se registran con Peña Nieto.

Desde que México liberalizó su comercio y desreguló la actividad económica, la tasa de crecimiento medio anual del PIB ha sido de 2.5 por ciento (1993-2016) y la del PIB por habitante de 1.2 por ciento; muy distintas a las observadas en los años del milagro mexicano en que el neoliberalismo no era hegemónico (1940-1980). Durante la gestión de Ernesto Zedillo Ponce de León (1994-2000), la tasa de crecimiento anual del PIB fue de 3.2 por ciento y la del PIB por persona de 1.7 por ciento. Con Vicente Fox la economía creció en 2.2 por ciento al año y la deuda pública neta del sector público lo hizo a una tasa anual de 1.3 por ciento (un punto de deuda por casi dos puntos del PIB); con Felipe Calderón Hinojosa la tasa de crecimiento del PIB fue de 2.1 por ciento y la de la deuda neta del sector público de 6 por ciento anual (tres puntos de deuda por uno de PIB) y en el cuatrienio de gestión de Peña Nieto, la tasa de crecimiento medio anual del PIB es de 2.1 por ciento y de 9.3 por ciento la de la deuda neta del sector público (más de cuatro puntos de deuda por uno del PIB). El déficit público acumulado en la gestión de Vicente Fox fue de 2.5 por ciento del PIB y los Requerimientos Financieros del Sector Público (RFSP) acumulados fueron de -12.6 por ciento del PIB; con Felipe Calderón el déficit público presupuestal fue de -10 por ciento del PIB y los RFSP de -17.7 por ciento del PIB; en los seis años de gobierno de Peña Nieto, el déficit presupuestal acumulado será de -16.4 por ciento del PIB y los RFSP de -21.4 por ciento (SHyCP, 22/08/16). Con Enrique Peña Nieto el crecimiento económico ha sido menor y mayor el crecimiento del déficit público y de los RFSP. A julio de 2016 la Secretaría de Hacienda y Crédito Público estimó que la deuda pública externa representa el 37 por ciento de la deuda pública total y que la devaluación del peso durante la gestión de Peña Nieto ha

elevado en cuatro puntos del PIB la deuda suscrita en divisa.

El crecimiento de la deuda pública no está asociado a incremento de inversión y mucho menos, a estrategias de crecimiento económico o de bienestar social; la impactaron negativamente la devaluación del peso y la salida de capitales. Se adjudicó a terceros la renta petrolera y la merma generada en ingresos públicos no ha sido solventada por masa tributaria, ingresos propios, eficiencia administrativa o probidad. Existe insolvencia financiera por la pérdida de renta e impuestos petroleros por el afán entreguistas de Peña Nieto de adjudicar los recursos de la nación a particulares. Ahora pretender disminuir gasto público y déficit presupuestal para disminuir así los RFSP a 3.0 por ciento del PIB para 2015-2018.

Calificar de estable a negativa la solvencia del gobierno de México para pagar su deuda encarece el financiamiento del sector público. Ya hay presiones de los organismos multinacionales para reducir pasivos del sector público, entre otros, los relativos a la pensión y el retiro; el desconocimiento de pasivos pretende reducir el gasto público y ajustarlo al disminuido ingreso público; la baja del gasto y de la inversión pública pueden tener un efecto multiplicador recesivo y bajar aún más las expectativas de crecimiento económico para México, sobre todo, si se mantienen los niveles actuales de corrupción, connivencia, inseguridad pública y laxitud en la implementación de justicia. No sólo es necesario replantear las estrategias de crecimiento, sino desarrollar una nueva ética en la gestión pública: la frontera entre robo de ideas y saqueo del erario es imperceptible: "eso no se cuenta, pero cuenta mucho": deslegitima la institucionalidad y destruye el precario Estado de derecho. ❧

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

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

COORDINACIÓN EDITORIAL
Sergio Cortés Sánchez

REVISIÓN
Aldo Bonanni
EDICIÓN
Denise S. Lucero Mosqueda
DISEÑO ORIGINAL Y FORMACIÓN
Elba Leticia Rojas Ruiz

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

www.lajornadadeoriente.com.mx
www.saberesiencias.com.mx

AÑO V • No. 55 • septiembre 2016

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

Contenido

3 Presentación

INAOE: 45 años de ciencia y tecnología desde Tonantzintla
RAÚL MÚJICA

4 Astrofísica

Romper paradigmas, abrir ventanas; con el GTM hemos vuelto a soñar: Omar López
DENISE LUCERO MOSQUEDA

5 Óptica

En 1971 se inició la diáspora para que la óptica creciera en México: Alejandro Cornejo
DENISE LUCERO MOSQUEDA

6 Electrónica

México tiene una gran tradición en Nanociencia y Nanotecnología; en el INAOE trabajamos para innovar: Alfonso Torres
DENISE LUCERO MOSQUEDA

7 Ciencias Computacionales

15 años de ciencias computacionales en el INAOE, impacto en salud, educación y seguridad: Aurelio López
DENISE LUCERO MOSQUEDA

8 y 9

Anekdótico INAOE
RAÚL MÚJICA

10 y 11 La entrevista

Nueva etapa del INAOE, ciencia básica más ciencia aplicada y cuatro nuevas sedes: Leopoldo Altamirano
DENISE LUCERO MOSQUEDA

12 Ciencia y tecnología del espacio

INAOE, en etapa de consolidación total, tiene grandes proyectos en ciencia y tecnologías del espacio para México: José Guichard
DENISE LUCERO MOSQUEDA

13 y 14 Homo sum

Insatisfacción social de los poblanos
SERGIO CORTÉS SÁNCHEZ

15 Tekhne Iatriké

Las pruebas clínicas o los ensayos clínicos
JOSÉ GABRIEL ÁVILA-RIVERA

16 Tras las huellas de la naturaleza

Breve descripción de Bioarte para principiantes
TANIA SALDAÑA RIVERMAR Y CONSTANTINO VILLAR SALAZAR
ILUSTRACIÓN: DIEGO TOMASINI / DIBRUIJO

17

Especialistas de Reino Unido y México dialogarán en Puebla sobre cambio climático
PAULA CARRIZOSA

18 Efemérides

Calendario astronómico septiembre 2016
JOSÉ RAMÓN VALDÉS

19 INAOE 45 años

45 años acercando ciencia y tecnología a todo México
RAÚL MÚJICA

20 Agenda
Épsilon

JAIME CID MONJARAZ

Presentación

Raúl Mújica

INAOE: 45 años de ciencia y tecnología desde Tonantzintla

El INAOE fue creado por inspiración de Guillermo Haro como la punta de flecha de un progreso formidable; así lo dijo Elena Poniatowska en un discurso impartido en el Colegio Nacional. Y en efecto, sólo alguien como Guillermo Haro tendría la gran idea de transformar el Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla (OANTON) en un Instituto Nacional de Investigación que tuviese las tres áreas, Astrofísica, Óptica y Electrónica. Haro, el único capaz de reconocer la importancia de la Óptica y la Electrónica para la Astronomía se dio cuenta que trabajando en colaboración, pero de manera independiente, podrían destacar. El 12 de noviembre de 1971 se expide el decreto presidencial mediante el cual se crea el INAOE.

Para este número hemos entrevistado a actores importantes, de diferentes épocas y de diferentes áreas, para que nos platicuen sobre el INAOE, sobre la institución que conocieron al llegar y la que ahora es.

Alejandro Cornejo, investigador de la Coordinación de Óptica, investigador emérito y fundador del INAOE, nos platica del primer gran proyecto en que los involucró Haro, el diseño y manufactura del espejo de 2.1 m de diámetro para el telescopio de Cananea y, desde luego, nos comenta sobre el desarrollo de la óptica en México del que ha sido pieza fundamental. Por su parte, Alfonso Torres-Jácome, pionero de la electrónica, actualmente coordinador de esa área en el INAOE, quien arribó unos años después de la fundación del INAOE, nos narra su llegada y comenta sobre los proyectos presentes de la coordinación. Omar López, reconocido astrónomo, llegó como estudiante al INAOE en lo que podría ser llamado el "segundo aire" de astrofísica. Nos cuenta desde su llegada, su partida, su regreso, y los grandes proyectos astronómicos en los que estamos involucrados actualmente. Aurelio López fundador y promotor de la Coordinación de Ciencias Computacionales, tiene bien claro el origen y futuro de esta área, la coordinación más joven del Instituto. Aunque, si se trata de juventud, le ganan las Ciencias del Espacio, la más reciente rama de investigación y formación de recursos humanos del INAOE, sobre la que nos platica José Guichard, astrónomo, quien fue coordinador docente y director del INAOE, actualmente presidente del campus México del CRECTEALC y promotor de la Ciencia y Tecnología del Espacio.

Yo quisiera aprovechar esta presentación para platicar un poco sobre mi llegada al INAOE, pero también quisiera contar algunas anécdotas inolvidables, veremos si da el espacio.

Infortunadamente no conocí a Guillermo Haro. Nuestro fundador falleció el 27 de abril de 1988 cuando aún no me enganchaba formalmente en la astronomía. Llegué al Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), a realizar mi tesis de licenciatura, a finales de ese año.

Al llegar al INAOE, encontré en astrofísica un grupo pequeño pero entusiasta y cordial de estudiantes e investigadores que, además de integrarme rápidamente, me platicaron muchas anécdotas de Guillermo Haro y de la historia del Instituto. Anécdotas impresionantes, como las que nos cuentan los entrevistados para este número de SyC.

Tampoco me tocó la inauguración del Observatorio Astrofísico Guillermo Haro (OAGH) en septiembre de 1987, pero me involucré en el proyecto que de alguna manera echó a andar el telescopio, la identificación de fuentes de rayos X detectadas por el satélite ROSAT. Realizando mi tesis doctoral dentro de este proyecto, pasé muchas noches observando en Cananea, y seguí haciéndolo posteriormente en otros proyectos. En estas estancias me enteré de otras partes de la historia del INAOE, p.e., sobre la Casa Greene que es sede del OAGH, y de otras anécdotas de Haro, como el despidio de los constructores del camino al telescopio cuando se tomaron un día de descanso, el día de la fiesta de su pueblo. En el camino se nota claramente la diferencia entre lo que construyó este grupo y los demás.

Me ha tocado estar durante casi todo el proceso de desarrollo del GTM, desde su gestación hasta la más reciente, en la que está mostrando grandes resultados aun con sólo una fracción de la superficie ya en el rango de las especificaciones solicitadas. Lo mismo con HAWC, el observatorio rayos gamma.

Al involucrarme de manera más formal al área de divulgación y comunicación he tenido oportunidad de ver, conocer, leer, estudiar, una gran cantidad de proyectos de gran impacto que se desarrollan y se han desarrollado en esta gran institución que tenemos en la región. No solamente los grandes proyectos, como GTM, HAWC, GTC, LIMEMS o Robótica, sino muchos más que tienen una gran aplicación. Veremos qué sigue en los próximos 45 años.

S

Casi se queda en el tintero lo de las anécdotas, ya no pude contar sobre el estudiante sin beca que recogía chapulines en el INAOE para alimentarse, pero que ahora es un reconocido astrónomo o de aquel otro estudiante, también de astronomía, que se iba temprano y nos decía "me voy a leer a mi casa", convirtiendo esta frase en sinónimo de me voy a perder el tiempo. Y hay más, pero ya será para la otra, para los siguientes 45. ¡Felicidades al INAOE! ❧

mujica@inaoep.mx ✉

El Cuerpo Académico
"El Desarrollo del Capitalismo Contemporáneo:
Actores Sociales y la Construcción de Opciones de vida en el Mundo Rural"

Como parte de los trabajos para la
Revisión Curricular 2016
Invitan a la Conferencia

"Variables cualitativas en el estudio de sistemas agrícolas:
La milpa como eje articulador de la investigación y
la docencia en Chiapas"

Impartida por:
Dr. Emanuel Gómez Martínez
Coordinador de la Maestría en Ciencias en
Desarrollo Rural Regional (MCDRR)
Universidad Autónoma Chapingo.
Investigador sobre el sector rural en México,
agricultura campesina y política comercial.

Martes

06
a las 10:00 am

Septiembre

Sala Audiovisual



Tus comentarios son importantes para nosotros, escríbenos a:
info@saberesiencias.com.mx

Denise Lucero Mosqueda

La

Entrevista

Romper paradigmas, abrir ventanas; con el GTM hemos vuelto a soñar: Omar López

El doctor Omar López Cruz espera grandes descubrimientos, ve un futuro promisorio para el INAOE. Asegura que 45 años del INAOE en Tonantzintla dan cuenta de que si combinas el talento con una gran herramienta puedes hacerte líder; y si le sumamos la iniciativa de incursionar en la ciencia aplicada y el juego de la tecnología, el camino es solo uno: mejorar, no te puedes hacer peor.

SyC: ¿Cuándo y cómo llega al INAOE?

Omar López (OL): Oficialmente llegué en 1987 a hacer mi tesis de licenciatura con el maestro José H. Peña de la UNAM, que en ese momento venía a fortalecer el área de astrofísica en el INAOE. Para 1987 esto era muy distinto, era un instituto chico, el doctor Haro ya se había ido.

Estudié físico matemáticas en el Instituto Politécnico Nacional porque mi meta era ser astrónomo, y por esa misma razón vine a Tonantzintla. Vine aquí porque ya no aguantaba el DF, me tenía en depresión ver tanta gente y no conocer a nadie, donde el cielo era café, con tremenda contaminación, eso me agobiaba; yo soy de La Paz, Baja California Sur; vengo de un lugar pequeño, donde todos se conocen, donde el cielo es azul.

Venir a Tonantzintla significaba dos cosas: venir a hacer astronomía y hacer mi tesis de licenciatura; además de una promesa de trabajo cuando yo terminara. Todo lo hice en Tonantzintla. Entonces Tonantzintla, el INAOE, me dio todo, me dio un espacio donde poder hacer mi tesis, me brindó un trabajo, y luego dentro de un programa de superación de recursos humanos, nos apoyó para que nos desarrolláramos —me fui al extranjero a estudiar—, todo esto me lo ofreció el INAOE y fue pura casualidad. Este ha sido mi lugar, mi afiliación, yo siempre he sido INAOE.

SyC: La astrofísica es el área que dio inicio al INAOE ¿Cómo fue este inicio?

OL: Inicia con la Cámara Schmidt, en su tiempo fue el segundo telescopio más grande del mundo en ese género; quiere decir que servía para tomar fotografías de formato grande, podías agarrar una gran región del cielo y sacar una fotografía. Grandes programas observacionales se iniciaron aquí, la búsqueda de objetos azules y las técnicas que desarrolló Haro los hizo líderes; cuando estos objetos cobraron significado cosmológico, se hizo un gran alboroto porque con esos objetos se estaba cerrando el universo.

Tonantzintla tiene una excelente ubicación, está en el Trópico pero con una condición de clima de montaña y además se adueñó por mucho tiempo de una región del cielo que no podían ver los demás telescopios.

La constelación de Orión nos pasa por arriba, se especializaron en el estudio de la constelación de Orión que para otros telescopios les causa problemas porque les quedaba muy al sur o muy al norte. Tonantzintla reúne estas condiciones geográficas, pero también reúne al talento inesperado de Haro, del señor Chavira, Bravo Iriarte que no son astrónomos propiamente. Haro era abogado y se fue a entrenar a Harvard y allá lo entrenó Bart Bok, un astrónomo muy bueno. Haro tenía un telescopio, exclusividad en él, y mucho talento, esa combinación de tener una buena herramienta tecnológica con talento hizo que Haro y su grupo fuesen líderes en los estudios que desarrollaron, pusieron a Tonantzintla en el mapa, hay objetos que se llaman TON por Tonantzintla porque fueron descubiertos aquí; además Haro descubre los objetos que ahora se llaman Herbig-Haro, que en justicia deberían ser Haro-Herbig, pero no entraremos en detalles.

Con ese descubrimiento Haro entra así de lleno a ocupar un lugar en la comunidad astronómica internacional, antes había descubierto nebulosas planetarias, se creía que no había tantas y Haro demuestra que había más, que no las habíamos visto todas y eso

era porque teníamos una gran herramienta. Entonces, en 1942 teníamos el segundo telescopio más grande del mundo, y pasó mucho tiempo para que llegara el Gran Telescopio Milimétrico que puede ser el gran telescopio en su género. Siempre tener este tipo de ventajas hace que tú puedas hacer mejor ciencia, si combinas el talento con una gran herramienta puedes hacerte líder.

Para cuando nosotros llegamos —en los 80's— estábamos en una crisis horrible, este lugar era deprimente, no había dinero ni para las copias, a veces ni para pagar la luz, realmente se sobrevivió y hubo poco crecimiento, fue una época muy difícil para el país; los años 90 dan el GTM, y ahí empezamos a soñar de nuevo.

SyC: ¿Cuál es el futuro de la Astronomía en el INAOE?

OL: Esperamos grandes descubrimientos, cada vez que tenemos una herramienta nueva se abre una ventana y esta ventana nos trae fenómenos nuevos, es indiscutible. El GTM tiene una gran promesa, pero también tenemos los grandes instrumentos en el mundo que están abiertos a la comunidad como el Gran Telescopio Canarias, de 10 metros y el Atacama Large Millimeter Array (ALMA).

Hemos aprendido que podemos hacer nuestras propias herramientas y no solo comprarlas, no solo ser el piloto de Ferrari, sino ser quien diseñe y construya un nuevo auto. Con esta iniciativa ya entramos en el juego de la tecnología, hemos empezado a hacer cositas y cuando eso sucede el camino es mejorar, no te puedes hacer peor, porque vas aprendiendo a hacer las cosas, solamente si no tienes lana te quedas estancado, pero no retrocedes. Tenemos un experimento en la Isla Guadalupe, se llama Sonda Cosmológica de las Islas para la Detección de Hidrógeno Neutro (Sci-HI), ese experimento nos ha permitido crear nuestra propia antena y ya la vamos a patentar porque nadie había generado una antena como esa. Y yo me preguntaba ¿a poco somos genios, o por qué no lo habíamos hecho?

El futuro para el INAOE es grandioso, la iniciativa fue muy interesante, tener Electrónica y Óptica para hacer Astronomía eso fue una gran idea, luego más tarde se añaden Ciencias Computacionales y esto puede seguir creciendo.

SyC: ¿Cuál es el proyecto más importante en el que ha participado?

OL: Lo más cercano a mi corazón es la Sonda Cosmológica de las Islas para la Detección de Hidrógeno Neutro porque ahí demostramos que podemos hacer nueva astronomía desde México, descubrimos las mejores zonas para hacerlo y desarrollamos la infraestructura necesaria. Ha sido un realabrado para mí, estoy acostumbrado a incursionar en nuevas áreas, lo hice desde la maestría —me dedicaba a las estrellas— y después en el doctorado —hice cúmulos de galaxias—, eso me ha costado mucho trabajo pero me ha abierto nuevos panoramas, yo digo que es bueno explorar otros campos.

Esto de la Sonda Cosmológica es parte de la astrofísica del siglo XXI, que es la Cosmología de 21 centímetros y que para esto se está construyendo el Square Kilometer Array (SKA), un kilómetro cuadrado de telescopios, esa es la nueva ciencia. Hasta ahora nadie ha detectado hidrógeno en esta época del universo, eso significa que si lo llegamos a ver, estaremos viendo la formación de las primeras galaxias en el universo. Con una antenita, desde una isla, estamos tratando de resolver una gran pregunta.

Esto consiste en hallar un lugar donde no exista interferencia de radio AM FM ni de televisión —y esos lugares son raros en el mundo—, y montar tu telescopio, juntar los datos, traerlos y analizarlos. Esto quiere decir que estamos haciendo astronomía muy diferente a lo que estamos acostumbrados, es una gran aventura porque todo lo tienes que hacer tú, ir a estos lugares hermosos que son las islas en avión o barco, ver tiburones blancos, elefantes marinos... hay muchas cosas extraordinarias de hacer ciencia de esta forma y el retorno científico es grande.

SyC: Alguna anécdota en todos estos años de permanecer en el INAOE?

OL: Estoy muy orgulloso de este episodio. En 2010 el doctor Serrano me pidió que consiguiera un detector para el GTM, por esto no es como comprar por catálogo y decir: quiero un detector para el Gran Telescopio Milimétrico, hay que hacerlo y fui en la búsqueda.

Pues yo dije —conozco a los alemanes que son lo que hicieron el detector del Radiotelescopio Apex y sé de los británicos—, pues vamos a verlos a ver si tienen algo.

En el camino hacia Alemania pasé a los Alpes italianos a una reunión de cosmología. En esa reunión se presenta Jeffrey Peterson y me dice —yo hago experimentos en la Antártida. Y le pregunto —¿Y no tienes un detector de milímetros?—. ¡Sí, tengo uno que usamos en la Antártida, en mi bodega.

Jeffrey da una plática de lo que quería hacer en Marruecos, pero estaba la "Primavera Árabe". Le propuse que visitara la Zona del Silencio en Chihuahua y lo consideró; para entonces yo ya había visitado otros centros e iban a pasar años antes de que nos dieran un detector para el GTM. Al doctor Serrano le dije —aquí está Jeffrey Peterson que tiene un detector de 2 pixeles pero puede observar a 7 milímetros y quiere ir a la Zona del Silencio, vamos a ir a medir, a ver qué tal está en cuanto a radio interferencia. Nos fuimos a la Zona del Silencio y vimos que era mejor que Marruecos, Jeff estaba muy contento, el inconveniente es que el narco pasa por esta ruta y eso nos forzó a salir de ahí.

¿No hay otro lugar? Como yo soy de Baja California había leído un libro de Fernando Jordán de la Isla Guadalupe, entonces le dije —vamos a la Isla Guadalupe—, y fue un gran hallazgo, lo que encontramos ahí fue totalmente inesperado, una zona totalmente libre de contaminación lumínica y contaminación de ondas de radio, así es como empezamos esta aventura, con este instrumento que se usó en la Antártida. El 24 de diciembre de 2010 vimos funcionar el GTM, nuestra gran estructura moviéndose y viendo en el cielo, hicimos la primera luz a 7mm con ese instrumento (el detector) y vimos a la nebulosa de Orión; el doctor Serrano y todos ahí nos volvimos locos —lo tenemos filmado— porque todo estaba en contra, porque se cuestionaba el funcionamiento del GTM.

Ese ha sido uno de los grandes momentos, desafortunadamente (sic) el doctor Serrano, al poco tiempo falleció de cáncer de páncreas. Ese momento nadie nos lo va a quitar, estar como locos brincando después de ver que el telescopio sí sirve fue un momento grandioso. Jeffrey Peterson nos echo la mano, ese ha sido uno de los momentos más emocionantes de estar aquí en el INAOE. es

deniselucero@gmail.com ✉

Denise Lucero Mosqueda

La

Entrevista

En 1971 se inició la diáspora para que la óptica creciera en México: Alejandro Cornejo

Alejandro Cornejo Rodríguez es fundador e investigador emérito del Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica. Por invitación de Guillermo Haro se unió al equipo de trabajo del INAOE, y al lado de otros investigadores, es protagonista del desarrollo de la ciencia en México, específicamente en el área de la óptica. Egresado de física de la UNAM (1964), realizó sus estudios de maestría en la Universidad de Rochester, New York (1968) y en el Instituto de Tecnológico de Tokio, Japón; se doctoró en Ciencias con especialidad de Óptica (1982). Es fellow de la OSA (Optical Society of America), distinción por su aportación al avance de la óptica.

SyC: Usted es uno de los fundadores del INAOE ¿Cuándo y cómo llega al Instituto?

Alejandro Cornejo (AC): En 1971 yo era parte del grupo de óptica del Instituto de Astronomía de la UNAM, ese año empezó a circular "por debajo del agua" la noticia de que se estaba planeando la creación del INAOE. Tuvimos una invitación especial del doctor Guillermo Haro, las palabras del doctor fueron: "estoy muy avanzado en la fundación del INAOE, los estoy invitando a ver si se quieren ir conmigo".

El 11 de noviembre de 1971 se creó por decreto presidencial el INAOE; se armó un escándalo terrible porque literalmente todo el grupo de óptica del Instituto de Astronomía de la UNAM nos fuimos al INAOE. Los compañeros de astronomía de la UNAM le llaman el "Tonantzintlazo"; sienten que fue para afectar al instituto de la UNAM, personalmente no me gusta que le llamen así porque esa no fue la idea.

Sostengo que Guillermo Haro es el científico visionario más importante de México del siglo XX porque tenía una idea muy clara de lo que se requería para hacer astronomía en México, para impulsar el desarrollo de la ciencia. Haro, por su experiencia como astrónomo observacional y en manejo de instrumentos, se había percatado de que para el desarrollo de la astronomía, necesitaba la óptica, la electrónica y, aunque no lo mencionara, la mecánica. El INAOE arranca con la visión de un hombre muy clara, no se inventó las cosas, yo creo que ya las tenía muy maduras y "muy pesadas" desde muchos años antes.

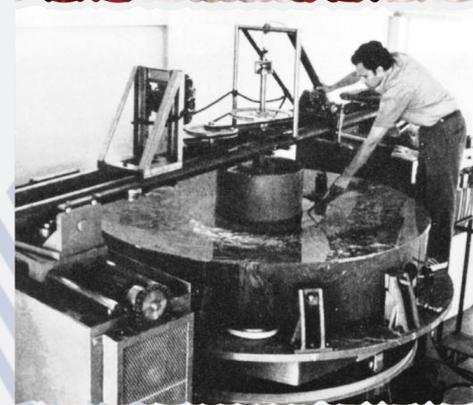
SyC: ¿Cuál fue el desarrollo de la óptica en el INAOE y cómo impactó en el país?

AC: Uno de los primeros proyectos del INAOE surgió de la necesidad de tener nuevos instrumentos ópticos hechos en México —Haro había trabajado con la Cámara Schmidt—; así que nos lanzó el reto: ¿pueden o no hacer la óptica de un telescopio nuevo?

Empezamos a trabajar el 1 de enero de 1972, ya aquí (Tonantzintla), sin espacios adecuados ni laboratorios, iniciamos los trabajos en el edificio viejo del OANTON. En el área de óptica empezamos con el proyecto astronómico de un espejo de 212 centímetros de diámetro. Ese fue el primer gran proyecto de óptica del INAOE. Junto a ese, otro proyecto muy importante fue el desarrollo de ópticas para microscopios de baja amplificación, relacionado con la compañía Microscopios S.A. cuyo dueño era el ingeniero Oscar Rossbach. Haro y Rossbach acordaron que el INAOE se haría cargo de diseñar, construir y medir las ópticas para los microscopios, en esos años hubo buenos resultados, se hicieron los diseños y los prototipos. El proyecto desafortunadamente se interrumpió 10 años después porque Haro se retiró, llegó el nuevo director y consideró que esto no tenía sentido para nosotros.

Haro era bravísimo y nos metía en cada rollo canijo... en 1972 nos dijo: ¿por qué no arrancamos estudios de maestría en el INAOE? En septiembre de 1972 arranca la maestría en óptica y en 1973 la maestría en electrónica y de ahí para el real.

Entre las primeras instituciones científicas que han logrado desarrollarse mucho en México fuera del DF está en INAOE. No se imaginan el acoso de compañeros míos de física para saber si estábamos haciendo bien la maestría, hicimos un programa muy bien



cimentado, todo en orden, todo estaba bien hecho y programado.

Con el famoso "Tonantzintlazo" ocurren dos cosas muy importantes en el campo de la óptica en México: se descentraliza no solamente la investigación, también la docencia a nivel de posgrado, y lo mismo ocurre con electrónica; los centros más importantes donde se desarrolla la óptica son el INAOE, el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) en su Departamento de Óptica y el Centro de Investigaciones de Óptica (CIO) en León, Guanajuato. Actualmente en 15 estados del país existen grupos de investigación en óptica en diferentes áreas.

Cuando regresa Daniel Malacara con su doctorado en Óptica en 1965 arranca la era del desarrollo de la óptica en México, a 50 años, las cifras *grasso modo* de las tres instituciones más fuertes indican que han egresado 788 maestros en ciencias y 496 doctores en el área preparados en México. 50 años y 500 doctores significa una producción promedio de 10 doctores por año y ha ido aumentando, a los demás físicos les da una envidia de la fragada porque no hay ninguna área en física que nos supere, ahí están las cifras, corrobórenlas, el INAOE ha participado en la construcción de este panorama.

Lo que produjo esa salida fue una diáspora para que la óptica creciera en México fuera del DF y de una manera impresionante.

También se empezaron a desarrollar otros campos de la óptica; por ejemplo: la holografía, el procesamiento de imágenes, óptica física —óptica de Fourier, láseres. Éstas empezaron a promoverse para ampliar las actividades en óptica.

SyC: ¿Cuál es el proyecto más importante en el que ha participado en estos años de trabajo en el INAOE?

AC: Hay dos, el de la óptica del telescopio que está en el observatorio Guillermo Haro en Cananea, Sonora, parte de los diseños, construcción y medición de la óptica de los microscopios (pruebas ópticas), metrología de superficies y sistemas ópticos, que es una de las áreas fuertes en óptica del INAOE.

Un producto muy importante de esta actividad, de la metrología, nos condujo a la publicación del libro *Optical Shop Testing* (1978) editado por Daniel Malacara, bajo el sello editorial John Wiley; no te imaginas la chamba que era; ahora todo se hace en computadora, pero todos los dibujos de la primera edición se hacían a mano, no había otra forma de hacerlos. Más de la mitad de los capítulos es de autores mexicanos y es un producto desarrollado totalmente dentro de INAOE, en esta área en particular; a nivel internacional, es como la biblia y esta biblia nació en este instituto.

Está traducido a varios idiomas, es una de las joyas importantes en el campo de la óptica, aunque sea un campo muy particular. Yo creo que es una de las contribuciones más importantes a nivel internacional.

SyC: ¿Hacia dónde se dirige el desarrollo de la óptica en el INAOE?

AC: El desarrollo de la óptica se ha diversificado en fotónica, instrumentación óptica y metrología, óptica cuántica, óptica estadística, fibras ópticas, la optofotónica, holografía, óptica física, óptica de Fourier y biofotónica, algunas con relevancia en el campo de la medicina.

SyC: ¿Alguna anécdota que quiera compartir?

AC: La labor de la óptica del telescopio de Cananea nos llevó cinco años; la actividad práctica nos llevó de alguna forma a producir este libro (*Optical Shop Testing*). Daniel Malacara y yo hacíamos los programas de computo, "nos la rifamos" con todo el trabajo teórico —casi siempre en el taller—, y en la parte práctica estaba José Castro, excelente tallador óptico, y dos ayudantes: Juan Carlos Rodríguez y Juan Cuautle, que trabaja en la UAP, el famoso *Kalimán*. Fue en mayo de 1978 —bajo muchas presiones— que se terminó de tallar la óptica del telescopio. Nuestra celebración consistió en abrir cuatro latas de angulas en aceite —muy baratas, por cierto—, una botella de vino con pan de agua y pan de centeno en el taller de óptica; hasta se me hace agua la boca. Terminamos de trabajar, limpiamos, abrimos las latas y disfrutamos el momento, recordando todo lo que pasamos. Ese brindis fue a la 1 de la mañana, pues empezábamos a medir a las 12 de la noche, cuando la temperatura estaba muy tranquila. es

deniselucero@gmail.com ✉

Denise Lucero Mosqueda

La

Entrevista

México tiene una gran tradición en Nanociencia y Nanotecnología; en el INAOE trabajamos para innovar: Alfonso Torres

SyC: ¿Cuándo y cómo llegó al INAOE?

Alfonso Torres (AT): Llegué aquí en 1977 casi por azares del destino; yo había presentado mi examen a Pemex —que aprobé— y estaba en espera de saber cuándo había plazas. Trabajaba, con unos parientes, de chofer en un camión de Chiapas al Distrito Federal. Un compañero, Alberto Cordero, que estaba haciendo la maestría en el INAOE, me dijo: aquí hay algo que se parece a lo que estudiaste, “se solicita ingeniero químico o físico que quiera hacer crecimiento de cristales”. Me presenté, comencé a trabajar como técnico con el doctor Pandey; con él empecé a crecer cristales ferroeléctricos.

SyC: ¿Cómo ha sido el desarrollo de la electrónica en el INAOE?

AT: Pues ha tenido altos y bajos, en el inicio hubo mucho ímpetu, a finales de los años 70 y principios de los 80 era realmente fantástico, habían investigadores de todas partes del mundo. Guillermo Haro tuvo la visión acertada de desarrollar la electrónica y los materiales; así que lo mismo tenía teóricos en física de semiconductores, en física de estado sólido y materiales, que investigadores que estaban en los laboratorios junto a la tecnología de circuitos integrados. Por la devaluación y la crisis todos se fueron.

Hasta después de los 90 volvimos con el doctorado en electrónica y tuvimos otro boom, ahora, basados en dispositivos y diseños de circuitos integrados; y esto fue posible con el ímpetu de los que regresaron de Europa, egresados y ahora doctores todos ellos. El impacto ha sido tal que el grupo de diseño de Motorola México y el grupo de investigación que tiene Intel —el único en América Latina—, están conformados por egresados del INAOE. En el extranjero somos muy reconocidos, tenemos muchos convenios y nuestros estudiantes son más que bienvenidos. Sólo en EEUU tenemos 30 por ciento de nuestros egresados trabajando en empresas o universidades de aquel país.

SyC: Usted es uno de los promotores del Laboratorio de Nanoelectrónica, en este momento ¿cuál es el estado de este laboratorio?

AT: México tiene una gran tradición en Nanociencia y Nanotecnología, nosotros hacemos un material nanoestructurado, vemos sus propiedades no solo nano sino macroscópicas y qué es lo que éstos pueden mejorar, con eso hacemos nuevos sensores, nuevos circuitos o nuevas funciones, que nos ayuden a tener una mejor calidad de vida con aplicaciones en medicina, en biología y como sensores de medio ambiente, entre otras cosas.

Trabajamos en paquetes que nos permitan tener todos los sistemas en uno solo. Proponemos el uso de un material, el telón —que si bien se ha usado siempre— lo usamos como elemento activo, aprendimos a grabarlo, a manejarlo y es excelente para trabajar en muy altas frecuencias; ponemos resistencia y ponemos inductores en 3D que nos permiten muy alta calidad; que sirven para acoplar todos los dispositivos activos, de tal manera que en un mismo sustrato tenemos una gran variedad de circuitos integrados; optoelectrónicos, lógicos, con materiales nanoestructurados y que al final nos dan un sistema en un solo paquete.

En 1972, Guillermo Haro consideró que, para desarrollar la Electrónica dentro del INAOE, debía impulsar la microelectrónica y sus laboratorios para hacer microcircuitos. A 45 años de su fundación, el Instituto cuenta con un laboratorio de Innovación donde se elaboran circuitos integrados y sistemas micro electromecánicos. Además se desarrolla investigación en materiales nanoestructurados y sus posibles aplicaciones en medicina, biología y energías. Alfonso Torres Jácome, coordinador en dos ocasiones del departamento de Electrónica y promotor de la nanoelectrónica en el Instituto comparte los avances científicos en esta área.



En nuestro laboratorio trabajamos en la creación de antenas pequeñas que recolecten toda la energía que se desperdicia de radios, celulares y otros aparatos; usamos materiales nanoestructurados que por su tamaño y cantidad nos van haciendo más o menos eficiente un material a la medida de las necesidades. Por ejemplo, los aparatos que generan calor; el calor que generan lo volvemos a convertir en energía eléctrica para tener dispositivos y circuitos autónomos; es decir, solamente se rescata un poco de energía para mantener, siempre alimentada la parte de comunicación de un sistema con algo remoto, con un sistema de comunicaciones global, esto es el *Internet of things*.

Esta es solo una manera de hacerlo, también es posible, por ejemplo, recolectar energía al caminar o mover el brazo con materiales piezoeléctricos, hablamos de una cantidad de energía pequeña, y la recuperamos para dispositivos o circuitos que requieren de muy poca energía para funcionar; aquellos que se utilizan en pacientes diabéticos para dar seguimiento a su presión y glucosa son algunos ejemplos.

SyC: ¿Cuál es el proyecto más importante en el que usted ha participado?

AT: Se llama Laboratorio Nacional de Nanoelectrónica, participaba el gobierno estatal —donó el terreno de más de dos hectáreas— y el gobierno federal a través de la Secretaría de Economía. Era un proyecto muy ambicioso: una planta piloto de producción de circuitos integrados. Iniciamos la construcción entre el gobierno federal y el INAOE.

Aquella estructura tiene más de seis metros de cimentación con un aislamiento tal que el edificio estaba proyectado para resistir un terremoto de 8 grados, no puede haber vibraciones del ambiente o naturales más allá de un micrómetro por segundo. Lamentablemente no pudimos concretarlo por el cambio de sexenio de las administraciones estatal y federal.

Recibimos también, por parte de Motorola México, la donación de una línea de fabricación de Motorola; éste es el Laboratorio de Innovación clase 10 y clase 100; en 800 metros cuadrados tenemos todo para hacer circuitos integrados, sistemas micro electromecánicos y ya hemos incorporado nuevos materiales.

SyC: ¿Alguna anécdota que quiera compartir?

AT: Hay una que muestra el espíritu tolerante del INAOE. A principios de los 80 las comunicaciones eran escasas en Tonantzintla; había solo dos camioncitos Puebla-Tonantzintla; a las 8 de la noche se acababa todo, no había nada que hacer, así que los estudiantes quedaban aislados. Algún estudiante alguna vez —entre la presión de todo esto y sin nada en qué ocuparse— se pasó de copas; anduvo aquí dando vueltas y cantando, haciendo un escándalo. Entonces todavía vivía aquí en los bungalós el doctor Haro, y los vigilantes le informaron del estudiante que no dejaba dormir. “Está bien, que mañana venga conmigo”, indicó.

Todos nosotros pensamos: ¡lo van a correr! Haro le dijo: “¿Por qué hizo eso?”, y el estudiante contestó: “Estaba cansado y se me pasaron las copas”, y Haro dijo: “Entiendo, sé que hace falta diversión; pondremos calefacción a la alberca y una cancha de básquetbol. Usted mejor póngase a estudiar”.

Eso habla del espíritu incluyente, de pensar en las necesidades de todos.

Yo era muy fan de las revistas de historietas y la primera vez que oí hablar del Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla fue en una revista de *Fantomas*¹, donde un asteroide iba a chocar con la Tierra y el profesor Semo, ayudante de *Fantomas*, se vio imposibilitado para predecir la trayectoria y pidió ayuda a un científico mexicano, el doctor Haro, esa fue la primera noticia que yo tuve de Tonantzintla y del doctor Haro. ☞

deniselucero@gmail.com ✉

Referencias

¹ Historieta mexicana, popular en México y América Latina. Se publicó entre la década de los 60's y 80's. Se caracteriza por sus referencias culturales y científicas, y la inclusión en algunas aventuras del protagonista de personajes importantes para la ciencia, el arte, el humanismo y el entretenimiento.

Denise Lucero Mosqueda

La

Entrevista

15 años de ciencias computacionales en el INAOE, impacto en salud, educación y seguridad: Aurelio López

En 15 años de arduo trabajo, la coordinación en Ciencias Computacionales del INAOE ha graduado a más de 200 maestros en ciencias y 70 doctores en el área. Sus investigaciones científicas tiene impacto en las áreas de educación, salud y seguridad; además de sus aportaciones a la astrofísica, la óptica y la electrónica. Aurelio López López promotor de la Coordinación de Ciencias Computacionales en el INAOE, comparte detalles de estos 15 años de existencia.

SyC: Usted es uno de los promotores de la coordinación de ciencias computacionales ¿Cómo se logró?

Aurelio López (AL): Los antecedentes de la coordinación de ciencias computacionales están en el departamento de electrónica. Cuando me incorporé, en 1995, había un solo doctor haciendo investigación, yo llegué a hacer equipo. Trabajamos con los jóvenes del posgrado en electrónica que optaban por especializarse o enfatizar la computación en su maestría. Posteriormente se fueron incorporando otros investigadores, hasta que llegamos a ser un grupo de cinco, ya no cabíamos en el departamento de electrónica y en 1999 se formó el programa en Ciencias e Ingeniería Computacional, e hicimos el lanzamiento del posgrado en ciencias computacionales y con ello la coordinación; ya llevamos un tercio del camino recorrido dentro del INAOE, de estos 45 años, tenemos 15 años de existencia.

SyC: ¿Cómo llegó al INAOE?

AL: Yo soy egresado de la UAP, Luis Raúl Berriel fue mi profesor en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas —y es investigador activo del INAOE—; él nos invitaba a hacer uso de los equipos del instituto, que eran equipos de mayor capacidad y potencia que los que tenía la Universidad, entonces los fines de semana veníamos a hacer corridas de algunos programas que él nos asignaba. Realicé mis estudios de doctorado en la Universidad de Syracuse, Nueva York, y estando allá me hicieron la invitación de integrarme al INAOE una vez terminado mi doctorado. La generosidad de la institución me facilitó un apoyo de nueve meses para concluir mi tesis doctoral con el compromiso de venir a trabajar durante nueve meses, que ya se convirtieron en más de 20 años. El ambiente científico que se vive en el INAOE es lo que me motivó.

SyC: ¿Cuál fue el desarrollo de las ciencias computacionales en el INAOE y cómo es actualmente?

AL: Por finales de los 90 la importancia de la computación era evidente, la computación está presente en casi cualquier disciplina que se nos ocurra, quizá en la única que no esté presente es en la de filosofía. La computadora es un medio para realizar la investigación de manera esencial.

Las ciencias computacionales se entienden como la colaboración con otras disciplinas, por ejemplo, se habla de astrofísica computacional, óptica computacional, biología computacional, en el sentido de ir juntos, de la mano, la computación y la disciplina para atacar problemas científicos y plantearle solución con esta herramienta.

Actualmente ya se tiene una gran variedad de líneas de investigación, somos 23 investigadores, hay líneas muy variadas, en particular las tecnologías del lenguaje, que es un laboratorio donde trabajamos problemas del lenguaje hablado, el lenguaje escrito e incluso el lenguaje imaginado que es una de las cosas que se está trabajando aquí. Por medio de dispositivos que están censando las ondas cerebrales identificamos lo que en algún momento queremos expresar. Así tenemos problemas que tienen que ver con las redes sociales, el poder encontrar información, la cantidad de información disponible en internet y la que se produce cotidianamente es imposible de manejar sin una computadora, entonces el accederla plantea un reto, por ejemplo, plantearse búsquedas de información, que pueden ir desde muy generales hasta muy específicas, este rango en las búsquedas son



cuestiones que buscamos atacar, buscar una fecha, el lugar de un evento. También identificar la autoría de determinados escritos, identificar el perfil de usuario, si es una mujer o un hombre quien escribe, si es un hombre quien está detrás del texto que se está escribiendo. Identificar a un adulto que se está haciendo pasar por un niño para acercarse a ellos, identificar si verdaderamente es un niño o si es un adulto, son fenómenos muy particulares que se están presentando en las redes sociales relativos al lenguaje.

Otras problemáticas que abordamos se relacionan al tema de la diversidad lingüística de nuestro país. Nuestros esfuerzos van encaminados a darles más presencia tanto en los medios electrónicos digitales como en la tecnología, haciendo desarrollos de aplicaciones y dispositivos orientados a este tipo de lenguas.

Por otro lado, como estudiantes de nivel licenciatura y posgrado, tenemos que aprender a escribir, a plantear nuestros problemas por escrito, una parte de plantear estas ideas por escrito es argumentar, dar razonamientos que soportan lo que estamos diciendo. Estamos abocados a analizar con las tecnologías computacionales, qué tanto el escrito de un estudiante tiene estos elementos, como el de la argumentación de ideas que soportan ideas, usualmente recurrimos a lo que ha dicho alguien más que ya tomamos como autoridad pero también utilizamos la lógica. Hay distintas modalidades en la argumentación que se puede hacer por escrito y es lo que estamos intentando identificar de manera automática, con el fin de apoyar a los estudiantes a identificar las ideas o argumentos que le faltan a sus escritos.

Tenemos la satisfacción de contar más de 200 maestros en ciencias de este programa, egresados del INAOE, y alrededor de 70 doctores, varios de ellos miembros del SNI.

Son muchos los frutos que venimos cosechando.

SyC: ¿Cuál es el proyecto más importante en el que ha participado en el INAOE?

AL: Uno de los proyectos en el que he colaborado ha sido con la Secretaría de Educación Pública, con la Dirección General de Educación Intercultural y Bilingüe (2009-2013); nos plantearon diversas necesidades relacionadas con aplicaciones en internet para lenguas indígenas, entonces colaboramos desde la asesoría para documentar y rescatar sistemas con los que ya contaban, hasta el desarrollo de nuevos materiales para apoyarlos en la educación. Este proyecto duró aproximadamente cuatro años, se concluyó exitosamente, se desarrollaron los materiales, por ejemplo, materiales para apoyar la educación en telesecundarias. Continuamos trabajando en esta temática con otras instituciones, por ejemplo con el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), este centro está más enfocado a las ciencias sociales y humanidades, ellos tienen especialistas en lingüística, antropología e historia y con ellos hemos ido desarrollando materiales y nuevos proyectos para INALI (Instituto Nacional de Lenguas Indígenas) y para la UNESCO.

El CIESAS es un centro Conacyt hermano, hemos presentado proyectos de investigación que fueron aprobados y de los cuales fuimos juntos a su conclusión exitosa. Un poco se va corriendo la palabra que aquí podemos apoyarlos y hacer desarrollos para sus necesidades particulares.

Es un trabajo interdisciplinario muy interesante porque se aprende de otras disciplinas y otras culturas, es una experiencia enriquecedora escuchar, y sobre todo entender las necesidades que tienen los investigadores y ver los medios con los que uno cuenta para resolver su problemática.

SyC: ¿Alguna anécdota que quiera compartir de estos años que lleva trabajando en el INAOE?

AL: Cuando me incorporé como investigador en el 95, a los pocos meses me habla otro colega de otra área y me dice: “Oye, ¿tú estás en computación? Es que la red no está funcionando; a ver si puedes ponerla a funcionar nuevamente”.

Es no es nuestro trabajo; sin embargo, era una imagen que se tenía aún dentro del instituto; y sucede a veces que una colaboración se reduce a hacer programas.

Los científicos de la computación contamos con una serie de herramientas matemáticas, de conceptualización, de algoritmos, de planteamiento de la solución de problemas, esto es más que cambiar un cable o reparar una tarjeta o programar, sin que en ello vaya una connotación negativa, al contrario, son también profesionistas que nos apoyan en algún momento.

SyC: ¿Cómo ve el futuro del INAOE y en particular el área de la Ciencias Computacionales?

AL: No se ve fácil por los constantes recortes presupuestales —y se han agravado—, esto nos ha pegado y se ve en la obsolescencia de la infraestructura, no le queda a uno más que ser optimista, sin duda para seguir desarrollando la ciencia se necesitan recursos y también para mantener la que se tiene. Seguimos haciendo un esfuerzo importante para que no sea mayor esta merma en los recursos. ☞

deniselucero@gmail.com ✉

Raúl Mújica

En este texto queremos incluir algunos fragmentos de las anécdotas que nos están contando diversos actores del INAOE: investigadores, técnicos, estudiantes y otros trabajadores. Estas anécdotas fueron videogradas y serán distribuidas, principalmente, en nuestras

redes sociales. Pueden seguimos para conocer más de la parte humana de este gran centro de investigación.

ANECDOTARIO



rmujica@inaoep.mx ✉

Yo llegué al INAOE en octubre de 1993, llegué a trabajar en el grupo de Astrofísica con Alfonso Serrano, en ese momento estaba de Coordinador Octavio Cardona.

Me tocó, al poco tiempo, al año de que entré al INAOE, la firma del convenio del Gran Telescopio Milimétrico en Conacyt y desde ese momento estuve colaborando en el proyecto del GTM. Mantuve mi interés por astrofísica en altas energías, es el área en la que me formé. Organizamos un workshop aquí en el INAOE en el año 2001 y finalmente en 2006 con el desarrollo del sitio de Sierra Negra para el GTM pudimos proponer la ubicación del Observatorio HAWK que actualmente lo tenemos funcionando y dando datos.

De algo que recuerdo, es que como al año de que entré, fui nombrado coordina-



dor de Astrofísica y todavía estábamos en el edificio que es actualmente el edificio de GTM, y una de las tareas que me asignó Alfonso Serrano fue la de seleccionar cubículos para los investigadores, lo cual cuando yo fui Pos-Doc en Holanda en la Agencia Espacial Europea; ya le había tocado al que era en aquel entonces mi jefe; entonces recuerdo muy bien que él comentaba que era un proceso que había que ir con mucho cuidado porque la gente, realmente el espacio, el cubículo es como el espacio vital y que había que hacerlo con cuidado y afortunadamente salió todo bien...

Alberto Carramiñana Alonso.
Investigador.
Coordinación de Astrofísica.

Desde que se fundó el INAOE estoy trabajando aquí, ya son 45 años. Lo que les voy a platicar es una anécdota de cuando se decidió terminar de pulir y trabajar el espejo primario del telescopio del INAOE que está instalado en el Observatorio Guillermo Haro en Cananea, Sonora, este espejo es un espejo de 210 cm de diámetro con un orificio a centro de 55 cm y radio de curvatura de 1164 cm y su forma es hiperbólica...

En 1978, en el mes de mayo, se decidieron hacer ya las pruebas finales para detener el trabajo de pulido de la superficie... la precisión que se alcanzó fue de un octavo de la longitud de onda de la luz, que es un valor muy preciso y que se requiere para las componentes de muchos sistemas ópticos, incluyendo los telescopios astronómicos como el que está instalado en Cananea... Entonces para cerrar esta operación... decidimos celebrar en esta ocasión los miembros que habíamos trabajado en este proyecto y la celebración fue disfrutar de angulas en aceite comparamos cuatro latas, una botella de vino y lo disfrutamos mucho con pan de agua



pan de centeno, a la hora en que terminamos esta labor, que había sido muy frecuente de los últimos dos años 1977-1978, era un día de la semana, no recuerdo qué día de la semana, eran como a las 12:15 de la noche, paramos después de haber revelado la placa nos sentamos a disfrutar de este pequeño convivio entre los que participamos principalmente en este proyecto que fueron Daniel Malacara, José Castro, Jorge Cuautle, Juan Carlos Martínez y su servidor Alejandro Cornejo. Durante una hora estuvimos disfrutando este convivio, recordando todas las peripecias que tuvimos a lo largo de estos cinco años y una vez que terminamos, como siempre, ya eran casi la 1 de la mañana, apagamos la luz del taller, cerramos las puertas y cada quien se fue a su casa".

Alejandro Cornejo Rodríguez.
Investigador emérito. Coordinación de Óptica.

Yo soy egresado de la carrera de Física; mi intención al terminar la licenciatura era aplicar esos conocimientos a una área en específico; entonces a mí me interesaba sobre todo poder encontrar o desarrollar una nueva técnica en un laboratorio y este instituto me ofrecía esa posibilidad, ya que en el área de óptica es muy variado las ramas que uno se puede encontrar para aplicar el uso de la ciencia, era lo que yo esperaba, sobre todo hallar una aplicación en biología o medicina y viniendo a visitar al Instituto y hablar con diferentes profesores me di cuenta que tenían las herramientas y el equipo necesario para poder desarrollar esas técnicas, es por eso que me decidí por hacer el posgrado acá, y estoy muy contento con todo lo que he logrado y los resultados que he obtenido han valido la pena ya que he tenido oportunidad de publicar



artículos sobre mi trabajo en revistas internacionales y es parte del aprendizaje que uno va teniendo aquí.

... los profesores ya que son muy accesibles, el instituto en sí me ha ofrecido muchas oportunidades, tanto para hacer estancias de investigación y entre los mismos estudiantes organizamos un grupo para hacer divulgación, que eso es de aplaudirse, porque no siempre se tiene esa oportunidad de compartir con la demás gente un poco de lo que estamos haciendo en este Instituto. La meta es despertar en las demás personas esa curiosidad para que también se interesen en la ciencia..."

Rafael Páez.
Estudiante de Doctorado en Óptica

Yo llegué aquí en 1980; un día 2 de enero, que por cierto no me dejaron entrar porque estaban de vacaciones; entonces me dijeron que tenía que esperar al investigador con el que iba a trabajar y que era difícil que llegarán, entonces me senté afuera del instituto a esperar a que llegaran y efectivamente llegaron, entonces ya me presentaron con el portero, que en ese entonces era Guillermo Becerra, quien fue trabajador del instituto y ya está jubilado, y me dijeron que podía entrar.

Muy chistoso porque yo inclusive tuve llave del Instituto; todos teníamos llave del Instituto, éramos sesenta gentes (sic) en total, entonces yo llegaba y abría la puerta de entrada del INAOE y después teníamos que cerrar, yo no tenía carro en esos años, entonces cerrábamos y subíamos por la única subida que había, que es la carretera.

Llegué a trabajar a la Coordinación de Óptica con el Dr. Ojeda y resulta que en esos años fue muy interesante porque se trajo mucha gente de muy alto rango...



... y es muy bonito porque muchos de los investigadores que ya mencioné reconocieron el trabajo que se hacía en el Instituto, decían que éramos como jardineros, porque en Alemania las manos de los jardineros eran muy ágiles y muy buenas; entonces nos decían que éramos los jardineros de la óptica.

Cuando llegué eran cuatro investigadores en óptica, había seis en electrónica y cinco en astrofísica, me tocó que mi contrato lo firmará Guillermo Haro, así que yo he visto a todos los directores pasar por este Instituto, desde Guillermo Haro, y eso es muy bonito porque la historia de este instituto la he visto, he visto crecer este Instituto en una forma exponencial, cuando llegué éramos sesenta gentes (sic) y ahora somos más de quinientos..."

Jorge Ibarra Galitzia.
Técnico en Óptica.

Yo desde 1993 estoy en el Instituto y me ha tocado ver el cambio radical que ha tenido este Instituto desde que yo llegué a la fecha, de hecho me ha tocado ver de los dos lados, de la parte académica y la parte administrativa.

Yo fui coordinador de posgrados del INAOE de 1997 a 2001, y de 2001 a 2011 fui el director general del INAOE, tuve ese gran honor y pues me ha tocado ver de todo y como digo la parte del crecimiento del instituto a lo largo de estos años.

Me tocó también toda la parte de la construcción del Gran Telescopio Milimétrico, cuando yo llegué al INAOE estaban nada más los cimientos y afortunadamente me tocó entregarlo ya completamente terminado, listo para la siguiente etapa, la etapa de ajuste fino de todos los sistemas del telescopio y durante la construcción del telescopio hay miles de historias que se pueden contar.

Una que recuerdo es que cuando se decidió que se iba a construir el telescopio en la sierra negra, no había camino para subir a la montaña; nada más llegabas a donde está ahora la pluma, el camino hacia el Pico de Orizaba, entonces ¿cómo llegábamos a la cima? Lo más sabio para subir a la cima de la montaña eran las mulas, entonces se rentaron o compraron unas mulas y vámonos para arriba; no



fui yo, fueron otras personas, eso me lo platicaron, y perfecto las mulas encontraron el camino ideal, pero en una de esas subidas una de las mulas se desbarranca y se muere, entonces se tuvo, la gente del GTM tuvo, una observación muy fuerte de la contraloría diciendo que: por qué el INAOE había comprado una mula si no estaba dentro de sus funciones de ciencia y formación de recursos humanos. Entonces tuvimos que explicar, no sé de qué manera, que la mula se tuvo que haber rentado para un trabajo científico; eso le costó mucho entender a los de la Contraloría. Y es una observación que tuvimos durante mucho tiempo...

Estoy muy contento de estos 45 años, el INAOE se está consolidando como uno de los centros de investigación más importantes de nuestro país, es uno de los centros Conacyt con mayor avance, de los más grandes y de los más importantes, y también estoy contento de la parte que últimamente estamos desarrollando de ciencia y tecnología del espacio que yo creo que va a poner al INAOE como siempre a la frontera del conocimiento, la innovación y del desarrollo tecnológico en el país, que es una de las vocaciones de este instituto..."

José Guichard Romero.
Director del CRETEALC Campus México.

Yo llegué aquí al INAOE el primero de julio de 1989, vine invitado para participar en un grupo, que ya desapareció, que era el grupo de Desarrollo Tecnológico.

De lo que les puedo contar del aquel entonces es que trabajábamos aquí arriba en el cerro del INAOE, y cuando nosotros teníamos que llegar hasta aquí arriba a las instalaciones, no existía el camino que existe ahora para cruzar el bosquecito, en la mañana de cualquier forma nos atravesábamos por ahí sorteando raíces y ramas, pero para pasar en la noche teníamos muchos conflictos, de hecho era prácticamente imposible, aunque suene un poco raro, pero las noches eran tan oscuras que a veces al intentar caminar por ahí ponía la mano enfrente de la cara y no alcanzaba ver la mano, entonces tenías que bajar por el camino que pasa junto la alberca y más de una ocasión me sucedió que al ir caminando, sin darme cuenta mis pies ya estaban en el pasto, y era complicado orientarse porque caminaba uno sin poder ver y terminaba uno metiéndose y golpeándose a veces con un árbol.

Entonces la técnica que yo desarrollé para no perderme ahí, aun en ese corto



lámparas que marcaban el camino y eso ha solucionado nuestro andar en el ir y venir en el cerro..."

Juan Manuel Álvarez Ledezma.
Técnico en Investigación en el laboratorio de Microelectrónica.

Denise Lucero Mosqueda

La
Entrevista

Nueva etapa del INAOE, ciencia básica más ciencia aplicada y cuatro nuevas sedes: Leopoldo Altamirano

Leopoldo Altamirano Robles es actualmente el Director General del INAOE. Sus aportaciones a la institución van desde la conformación de la Coordinación en Ciencias Computacionales, el Laboratorio de Visión por Computadora y el desarrollo de ciencia aplicada desde la Dirección de Desarrollo Tecnológico. Aspira llevar a la institución hacia una mayor producción científica y tecnológica, a la atracción de talentos y por qué no, que en tres décadas, del INAOE, salga un premio Nobel.



SyC: ¿Cuándo y cómo llega al INAOE?

LA: Llegué en 1997 en el programa de repatriación de Conacyt después de terminar el doctorado en Alemania. Ya conocía el Instituto porque había hecho mi tesis de licenciatura con el doctor Berriel del área de óptica.

Había compañeros de la carrera que ya estaban trabajando aquí, los vine a visitar y me dijeron que se iba a conformar el Departamento de Ciencias Computacionales y así empezó todo.

Me pareció atractivo ingresar al INAOE por la investigación que se desarrolla y por la conformación del nuevo departamento, era interesante participar en ello.

SyC: Participó en la fundación de la Coordinación de Ciencias Computacionales. ¿Cómo se desarrollan las CCs en el INAOE?

LA: Empezamos a atraer investigadores en ciencias computacionales hasta que formamos un núcleo básico, cinco investigadores, de ahí se solicitó la creación del posgrado en Ciencias Computacionales —de la maestría— y una vez que se autorizó el posgrado, se conformó la coordinación aprobado por Junta de Gobierno.

La coordinación es una extensión natural; se tenía Astronomía, Óptica y Electrónica, y todos usaban computadoras; era una necesidad natural crear la parte de Ciencias Computacionales para avanzar con la parte científica y tecnológica.

¿Cuál es el proyecto más importante en el que ha participado?

LA: He trabajado fuertemente en proyectos tecnológicos con la Secretaría de Marina, hemos desarrollado sistemas de gran madurez científica y tecnológica importantes para su labor. Actualmente tenemos un proyecto que empezamos hace 15 años, va en su quinta generación y con varias versiones, ahora es un producto maduro, cada sistema tiene un costo aproximado de 2 millones de dólares.

Es uno de los que más me ha entusiasmado y seguimos en esa evolución, es un sistema militar que se utiliza en barco. Es un telescopio que está geo-estabilizado, qué quiere decir, que el telescopio —a pesar de ir montado encima del barco con movimiento— no se mueve. Hay un sistema debajo del telescopio que absorbe todos esos movimientos y tiene la capacidad de ver objetos a una distancia de 20 a 30 kilómetros.

Este proyecto inició con un acercamiento de la Secretaría de Marina para que alguien les resolviera este problema, antes de llegar con nosotros lo consultó con varias universidades y ninguna le dio una respuesta satisfactoria; empezamos a trabajar y llegamos a un buen resultado.

En este proyecto nos hemos enfrentado a retos científicos, éste es un sistema de visión por computadora, la computadora tiene que ver algo similar a lo que ve el humano, pero obviamente apoyado a través de cámaras electrónicas, analizar la imagen a través de computadoras y hacerlo a muy alta velocidad, que es lo que se requiere. Se desarrollaron algoritmos para seguir objetos dentro de las imágenes con una respuesta muy rápida. En la parte tecnológica, teníamos que hacer un sistema robusto, qué es robusto, que no se descomponga, que no quede congelado o que saque algún error y deje de funcionar. En la manufactura hay que hacer que funcione en sistemas marinos, a la intemperie, le cae agua y sal, éste fue un reto. Todo esto es elaborado en el INAOE por todo un grupo de científicos y tecnólogos mexicanos.

SyC: ¿Cuál es el estado actual del INAOE?

LA: En la parte científica tenemos un buen número de publicaciones de alto impacto, de gran calidad, seguimos teniendo investigaciones en ciencia básica en un número bastante aceptable, seguimos la tradición de años; en la parte tecnológica vamos avanzando, considero que la institución se mueve de una forma más dinámica de lo que lo hacía antes, y esto se debe a que desde el mismo Conacyt nos motivan a que aprendamos a resolver problemas de la sociedad. Con respecto a la formación de recursos humanos vamos expandiendo y madurando nuestros posgrados, qué quiere decir, que estamos haciendo actividades para que nuestros posgrados sean de nivel internacional, tenemos actualmente cinco maestrías y cinco doctorados, estamos conformando un nuevo posgrado en ciencia e instrumentación biomédica —el título no es el definitivo— atendiendo una necesidad regional en esta rama; estamos mejorando en cómo atendemos a nuestros estudiantes, tratamos de que la calidad que impartimos hacia nuestros estudiantes sea mejor. El lugar que tenemos para los investigadores y estudiantes van siendo insuficientes y en esa dirección, a través de los programas Conacyt, tenemos iniciativas para construir nuevos edificios.

Con respecto a las de nuevas sedes, hemos avanzado en la conformación de la sede Monterrey, estamos empezando



con una oficina en el Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT), ahí tenemos dos cátedras asignadas y un investigador que ya está allá. La sede Mérida va bien, hace tres semanas estuvimos en Mérida y hay un gran interés del gobierno de Yucatán en que pongamos una sede en el Parque Científico y Tecnológico de Mérida. La sede Ensenada también va avanzada, a fines de este mes vamos a firmar un convenio con el Tecnológico de Ensenada para dar paso a esta sede. Y en Aguascalientes formamos parte del consorcio automotriz de Aguascalientes junto con otros centros, ese es el estatus actual de la institución.

SyC: ¿Cuál es el futuro del INAOE?

LA: Cambiar el paradigma de la institución; de nacimiento somos un instituto de ciencia básica y buscamos transformarlo para seguir haciendo ciencia básica más desarrollo tecnológico. Que el conocimiento que generamos lo apliquemos a la resolución de problemas y a la generación de patentes y de esas patentes construir algún dispositivo o algún sistema, esa es la parte en la que he contribuido como director de desarrollo tecnológico.

Sigue habiendo problemas para que se dé ese cambio, el principal obstáculo es que traemos una inercia natural hacia la ciencia básica, la cual no es mala, pero si queremos poner a la ciencia aplicada, necesitamos entusiasmar a la gente

por esta nueva visión y ahí es donde está la principal dificultad, que encontremos gente interesada en la ciencia aplicada.

Tenemos algunos pendientes. Nos proponemos terminar el GTM a finales del siguiente año, terminar el telescopio con los cinco anillos, con los paneles apropiados y alineados; seguir operando el Observatorio HAWC de altas energías, seguir apoyando las iniciativas de cada investigador y tratar de conformar una Red de Telescopios Centrímetros —de menor tamaño que el GTM— en nuestras nuevas sedes, además de continuar con nuestro telescopio en Cananea y la participación en otros telescopios mundiales. En la parte óptica, conformar el posgrado, junto con otras áreas de la parte biomédica, seguir apoyando la parte de biofotónica, láseres y fibra óptica; en la parte computacional hay varios proyectos interesantes, en especial seguir avanzando con nuestro clúster de súper cómputo, conectarlo a la red de alta velocidad de los otros centros y generar recursos humanos en esa dirección. En la parte electrónica seguir apoyando la parte del diseño y fabricación de celdas solares de diferentes tipos, el laboratorio de MEMS, madurar los procesos que se llevan a cabo dentro del laboratorio para que sean estables y podamos fabricar en mediana escala estos dispositivos y obviamente cada investigador tiene sus propias investigaciones que hay que seguir apoyando.

En general veo la institución dentro de cinco años con un impacto nacional mucho más grande de lo que tenemos ahora y a nivel internacional un reconocimiento como líder en las áreas que manejamos.

No obstante de que recibimos un recorte presupuestal considerable, siempre he sido optimista y creo que lo vamos a superar sin muchas dificultades, parte de cómo solucionar este problema económico es la apertura de nuevas sedes, lo que nos va a permitir atraer mejores estudiantes, más estudiantes para nuestros posgrados y nuevos proyectos con empresas y con gobiernos de los estados, lo que atraería más recursos a la institución. No obstante que la situación económica del país no sea tan buena, espero que la situación de INAOE mejore.

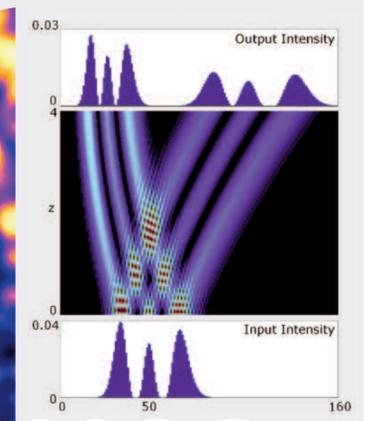
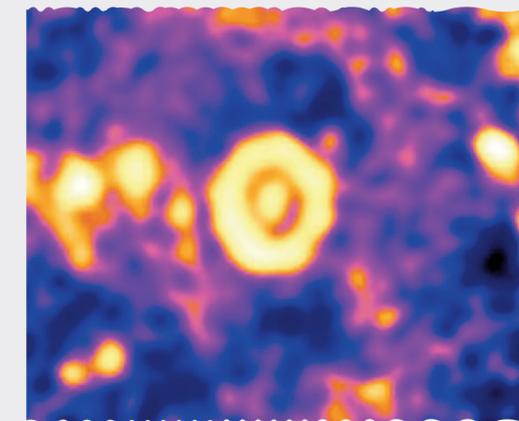
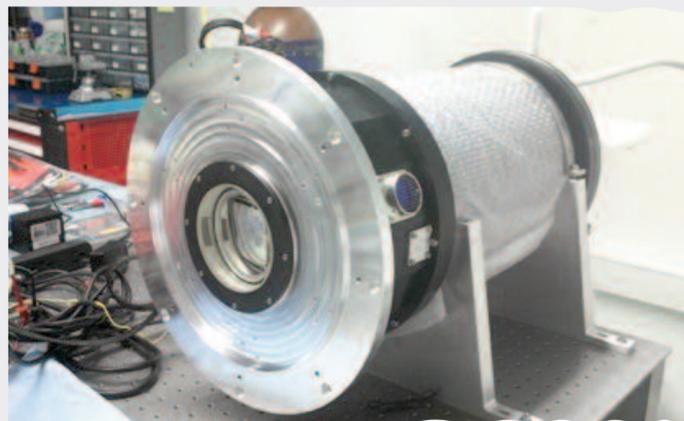
Al término de mi cargo, dentro de cinco años yo esperaba entregar una institución transformada en una dirección positiva en la que incremente la parte científica, la parte tecnológica, la parte de recursos humanos y una adicional que a lo mejor va implícita en las demás, que sería la atracción y generación de talentos, qué quiere decir, tal vez un premio Nobel, dentro de 20 o 30 años, se haya originado en el INAOE.

SyC: ¿Alguna anécdota que quiera compartir?

LA: En la conformación de la coordinación de Ciencias Computacionales; yo fui el tercero que llegó a la coordinación, actualmente somos más de 20 investigadores en diferentes áreas, eso no ha sido fácil, se ha ido conformando con el esfuerzo de mucha gente y ahora somos un grupo consolidado y reconocido a nivel nacional. Nos falta la parte internacional que también hemos trabajado, pero yo creo que hay mucho más por hacer.

Y la otra es la conformación del Laboratorio de Visión por Computadora, el cual empecé yo solito; actualmente somos 120 miembros, entre doctores, maestros, ingenieros y licenciados y atrae un recurso económico a la institución bastante considerable. Son de los logros que se pueden contar con agrado. ❄

deniselucero@gmail.com ✉



Denise Lucero Mosqueda

La

Entrevista

INAOE, en etapa de consolidación total, tiene grandes proyectos en ciencia y tecnologías del espacio para México: José Guichard

SyC: ¿Cuándo y cómo llegó al INAOE?

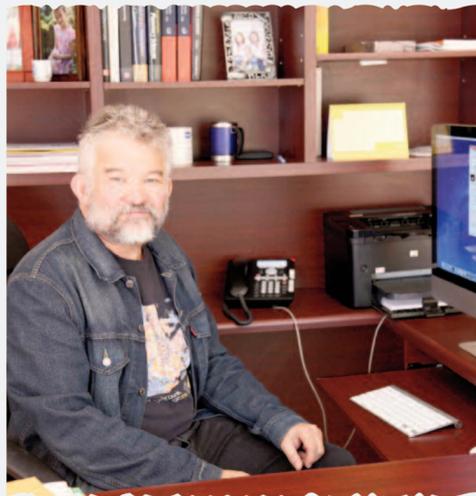
JG: Llegué al INAOE en 1993, cuando el Instituto no era lo que es actualmente. Hice licenciatura, maestría y doctorado en la UNAM y estuve un año trabajando allí, luego el doctor Alfonso Serrano me invitó a trabajar con él. Yo estaba totalmente convencido del proyecto que tenía Alfonso, el Gran Telescopio Milimétrico (GTM), y desde entonces estoy aquí metido, trabajando en lo que me han dicho, dando clases, haciendo investigación, coordinando posgrados, dirigiendo el INAOE. Actualmente estoy metido en el rollo espacial, soy director del Centro Regional de Enseñanza de Ciencia y Tecnología del Espacio para América Latina y el Caribe (CRECTEALC) Campus México, existe además el Campus Brasil que está en el Instituto de Pesquisas Espaciales de Brasil. Es una iniciativa de la ONU para el fomento de las ciencias del espacio en países en desarrollo y hay seis centros de estos en el mundo: India, Nigeria, Marruecos, Jordania, China, México y Brasil.

SyC: Las Ciencias del espacio es el área más joven en el INAOE ¿Cuál fue el inicio de esta rama?

JG: Es muy interesante, a finales de los 90 la ONU decidió que había que fomentar la ciencia y tecnología del espacio, entendida como el espacio hacia dentro, la palabra ciencias espaciales es muy amplia, las astronomía también ¿no? Hablemos de ciencia y tecnología espacial enfocándonos hacia la Tierra y sus alrededores, como sistemas satelitales, de percepción remota, temas de posicionamiento, GPS. La ONU decidió impulsar eso a nivel mundial a través de los Centros de Regionales de Enseñanza de las Ciencias Espaciales.

La historia de las ciencias espaciales en este país ha sido muy accidentada; en el 57, cuando el Sputnik se lanzó, el mundo dijo: "Vámonos a la carrera espacial, vamos a impulsar las ciencias del espacio"; México no fue la excepción; se fundó la Comisión Mexicana del Espacio Exterior y de un plumazo desapareció; luego se fundó el Instituto Mexicano de Comunicaciones, a los pocos años lo cerraron; luego se creó en la UNAM el Programa Universitario de Investigaciones y Desarrollo Espacial; lo cerraron. El espacio hacia adentro en México ha tenido una historia súper accidentada, fue hasta 2010 que se creó la Agencia Espacial Mexicana que, más o menos, tuvo una idea de política del estado.

En 2002, cuando yo estaba en la dirección del INAOE, nos enteramos de que en 1997 se firmó el acuerdo binacional entre México y Brasil para hospedar los dos campus y que en el 98 el Senado lo aprobó y lo metió en un cajón. Si en el papel ya existía oficialmente el campus México, dijimos: ¿por qué no ponemos el campus en el INAOE? Hicimos un acuerdo con la Secretaría de Relaciones Exteriores, Conacyt y el INAOE para hospedar el campus México del CRECTEALC, y desde 2004 damos diplomados internacionales de percepción remota, sistemas satelitales y sistemas de información geográfica; hemos graduado a más de 100 alumnos de América Latina y el Caribe. Ha habido investigadores del INAOE que se han metido en los proyectos del CRECTEALC; han surgido algunos proyectos, —ya diseñamos y construimos un pequeño nanosatélite: *Ulises*—, la gente se ha entusiasmado y dijimos: ¿por qué no armamos un posgrado de Ciencias y Tecnologías



CRECTEALC



del Espacio?, y ya tenemos la maestría y el doctorado, este programa es algo transversal e interdisciplinario, utilizando el conocimiento de investigadores de todas las áreas del INAOE; así es como se forma.

SyC: ¿Cuál es el futuro de las Ciencias del Espacio en el INAOE?

JG: Espero que sea promisorio, que podamos consolidarnos como un grupo fuerte, tenemos todo el apoyo

de la Dirección General para esto, es un tema estratégico.

Creo que nos irá bien a pesar de la situación del país, siempre hemos tenido el problema de la falta de recursos y el recorte presupuestal —ahorita tuvimos uno muy fuerte—; sin embargo, creo que lo vamos a solventar, estamos acostumbrados a eso.

El punto importante, al menos en todas las áreas, es cómo le hacemos para convencer a los jóvenes de que se dediquen a estas áreas del conocimiento, cómo le hacemos para que creen que la ciencia y la tecnología es la mejor apuesta que pueden tener para un proyecto de vida, cómo le hacemos para tener nuevos astrónomos, ópticos, electrónicos, computólogos y científicos del espacio, ese es el reto. Porque el futuro del país está en las manos de estos chicos. Una carrera científica es una buena apuesta para vivir bien, no se van a hacer millonarios pero se la van a pasar bien, van a aprender mucho y van a tener una vida plena, eso es seguro.

SyC: Como coordinador docente, director, y ahora presidente del CRECTEALC ¿cómo ve el futuro del INAOE?

JG: El INAOE es heredero de una larga tradición científica, heredero del Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla fundado en 1942 por un gran hombre del siglo XX que fue Luis Enrique Erro, aquí se hicieron descubrimientos fundamentales para la astronomía usando la legendaria Cámara Schmidt. Luego un gran hombre del siglo XX que fue Guillermo Haro convirtió al observatorio en el INAOE en 1971 y siguieron trabajando, pero el Instituto tuvo una época negra, difícil, en 1992, estaban cerca de cerrarlo. Después, otro gran hombre del siglo que fue Alfonso Serrano; vino y lo

convirtió en el imperio que ahora es el Instituto, en uno de los centros Conacyt más reconocidos a nivel nacional y a nivel mundial por sus proyectos importantes y grandísimos.

El INAOE está muy vivo y muy activo. Yo creo que actualmente se ha constituido como uno de los centros Conacyt más importantes para el país. A lo largo de estos años he visto cómo ha cambiado y crecido el Instituto y siento que está en una etapa de consolidación total. Tenemos un buen nivel en investigación, desarrollo tecnológico y en la formación de recursos humanos: tenemos 10 posgrados entre maestrías y doctorados, más de 400 alumnos y 130 investigadores que trabajan activamente.

El INAOE tiene proyectos grandísimos, importantes para la ciencia mexicana, el Gran Telescopio Milimétrico, el Observatorio HAWC, además estamos metidos en proyectos internacionales de óptica, electrónica y cómputo.

SyC: ¿Alguna anécdota que quiera compartir?

JG: Cuando se estaba construyendo el GTM, exploramos varios sitios, todas las cumbres altas del país se exploraron, 150; lo que se requiere para un telescopio milimétrico es que el sitio tenga poca concentración de agua porque las moléculas de vapor de agua absorben la radiación milimétrica; una de las montañas muy prometedoras era la Malinche y ahí pusimos estaciones meteorológicas, detectores y todo eso. La gente de las faldas del volcán son combativos y especiales, dejé de llover y alguien dijo que era por culpa de los científicos del INAOE que con esos aparatos raros estaban quitando la lluvia. Una noche llegaron al campamento, afortunadamente no había gente, y destruyeron la estación meteorológica, todos los sensores, las computadoras se las llevaron, fue algo impactante, lo más chistoso es que al otro día llovió, no teníamos cómo argumentar, había llovido.

Nosotros somos muy fiscalizados por la Secretaría de Hacienda, la de la Función Pública y por el mismo Conacyt. Una vez cuando se estaba construyendo el GTM, ya que se había escogido La Negra, no había camino, entonces ¿cómo trazamos el camino? Pues con un camino de mulas, así lo hacen los rancheros ¿no? Se compraron o se rentaron unas mulas, y las mulas agarraron el camino y subieron, eso se hizo varias veces, en una ocasión que se desbarranca una mula y que se muere. Luego vino una observación muy seria de la Secretaría de la Función de Pública, que dentro de los objetivos del INAOE no estaba comprar una mula y que por lo tanto se devolviera ese dinero porque nuestro motivo era hacer ciencia y tecnología, y ahí nos tienes ocupándonos en justificar la compra de la mula.

Y lo mismo pasó, años después, cuando se estaban acarreamos las piezas más importantes y grandes del GTM, había que atravesar un pueblo que se llama Atzitzintla y no había manera de atravesar; era una cosa gigantesca que iba ya armada en un tráiler; entonces se le compró a un ejidatario su cosecha de papas para que atravesara el tráiler por su parcela y obvio le dio en la torre a las papas. Y viene otra observación de la Contraloría: ¿por qué el INAOE compra dos toneladas de papas, si no está dentro de sus funciones comprar papas? Y bueno, tuvimos que justificar que era muy importante comprar esas papas para la alimentación de los estudiantes del comedor... son cosas que van pasando en estos asuntos, ya el GTM se terminó y está completamente listo. ☺

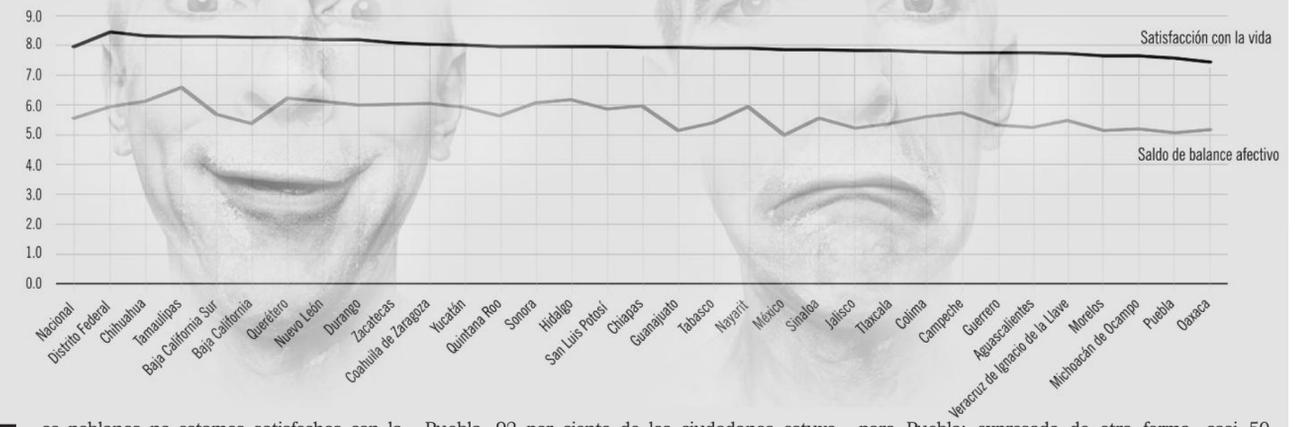
deniselucero@gmail.com ✉

Homo sum

Sergio Cortés Sánchez

Insatisfacción social de los poblanos

República Mexicana. Promedio de satisfacción con la vida y balance afectivo. Escala de 0 (totalmente insatisfecho / en ningún momento del día) a 10 (totalmente satisfecho / todo el día)



Los poblanos no estamos satisfechos con la vida, de 32 posiciones posibles nos ubicamos en la penúltima, centésimas por arriba de Oaxaca: uno de cada cuatro ciudadanos poblanos se consideró insatisfecho en tanto que tres de cuatro se percibieron satisfechos con la vida; el promedio fue de 7.6 en escala de 0 (totalmente insatisfecho) a 10 (totalmente satisfecho). En la República Mexicana uno de cada seis ciudadanos se consideró insatisfecho con la vida y cinco de seis, satisfechos; el promedio nacional de satisfacción fue 8.0. La relación entre satisfacción con la vida y los niveles de ingreso y escolaridad es directa, e inversa con relación a la edad. El balance entre el estado de ánimo positivo (buen humor, tranquilidad, vitalidad, concentración, alegría) y negativo (mal humor, ansiedad, sin vitalidad, aburrido y triste) fue de 5.6 para el país y de 5.1 para Puebla, la escala es de 0 (en ningún momento del día) a 10 (todo el día).

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) es la fuente de estos indicadores subjetivos de calidad de vida y los generó a través de un módulo de bienestar autorreportado aplicado entre agosto y diciembre de 2014 con cobertura estatal (Biare ampliado). Se consideraron 10 tópicos (satisfacción con la vida en general en el momento actual y un quinquenio antes, dominios específicos de satisfacción, sentido de plenitud, estados afectivos del ser, satisfacción personal, datos socioeconómicos, situaciones recientes, vida social y biografía) referidos a la medición subjetiva propuesta por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OECD) y se aplicaron 185 preguntas. La entrevista a ciudadanos fue cara a cara en sus hogares, el tamaño de la muestra nacional fue de 44 mil 518 en tanto que la correspondiente a la entidad poblana fue de mil 821.

El Biare ampliado incluye 14 rubros de dominio particular de satisfacción (vida social, familiar y afectiva; nivel de vida, salud, logros en la vida, perspectivas a futuro, disponibilidad de tiempo libre, seguridad ciudadana, actividad que se realiza, vivienda, vecindario, ciudad o localidad, y país); las de mayor valoración son las referidas a vida familiar y afectiva; las de menor, las relativas a la seguridad y satisfacción con el país. En el caso de

Puebla, 92 por ciento de los ciudadanos estuvo satisfecho con su vida familiar (calificación de 8.9) y 83 por ciento manifestó satisfacción con su vida afectiva (calificación promedio de 8.3); 47 por ciento de los ciudadanos estuvo satisfecho con la seguridad ciudadana (calificación de 5.8) y 63 por ciento mostró satisfacción con su país (6.0 calificación). La conversión de la escala de razón (0 al 10) a escala ordinal establecida por el Inegi es: muy insatisfecho corresponde a valores de 0 al 4, insatisfecho a valores de 5 a 6, satisfecho a valores de 7 a 8 y muy satisfecho a valores de 9 a 10. La redacción de las preguntas formuladas para los dominios de satisfacción no son neutras, anuncian un solo sentido del bienestar ("qué tan satisfecho está...") y se ofrece una escala de respuesta de 0 al 10, pero el enunciado no incorpora las opciones satisfecho o insatisfecho, que es lo usual en preguntas que pretenden neutralidad.

El balance anímico de mayores registros fueron los relativos a motivados/aburridos y alegría/tristeza; los peores, los relacionados con la tranquilidad/estrés y vitalidad/cansancio. El balance de buen/mal humor y de tranquilidad/ansiedad varía proporcionalmente a la edad, en tanto que los balances de vitalidad/cansancio, concentrado/desinteresado y alegre/triste tienen una relación inversa con la edad. En Puebla, la calificación del balance (positivos menos negativos) concentrado/aburrido fue de 5.7 en escala de 0 a 10 y el de alegría/tristeza de 5.6; la calificación del balance tranquilidad/ansiedad fue 4.5 y el de vitalidad/cansancio de 4.2, estas calificaciones menores a cinco significa que la mayoría absoluta de los ciudadanos poblanos se siente estresada y sin vitalidad. El promedio nacional del balance concentrado/aburrido fue de 6.0 y el de alegría/tristeza de 5.9; la calificación del balance tranquilidad/ansiedad fue 5.1 y el de vitalidad/cansancio de 4.8.

Enrique Peña Nieto reiteradamente hace alusión al mal humor de los mexicanos y no se explica las razones de tales emociones, como si su gestión fuera digna de un estado de ánimo diferente. El balance de la calificación promedio de buen humor y mal humor fue de 5.9 puntos para el país y 5.4

para Puebla; expresado de otra forma, casi 50 millones de ciudadanos estuvieron de buen humor el día anterior a la encuesta (balance de calificación superior a 5) y cerca de 31 millones estuvieron de mal humor (calificación promedio de balance menor o igual a 5); para Puebla la población respectiva fue de 2.2 millones de ciudadanos y 1.7 millones. Es difícil que estén de permanente buen humor aquellos que su cotidianidad es la inseguridad en su barrio, ciudad o país; que están desocupados; que sus niveles de ingresos son insuficientes para adquirir la canasta básica de alimentos; que son criminalizados por defender y exigir sus derechos constitucionales; que son víctimas del crimen organizado; que han sido vejados o maltratados por las instituciones policíacas, que han sufrido violencia verbal, gestual o psicológica en alguna etapa de su vida y a quienes han traicionado las instituciones que dicen representarlos y defenderlos. Quizá otras políticas públicas y otros resultados de gestión alimentarían nuestro buen humor.

El Biare 2014 incluye siete tópicos sobre realización personal en tanto satisfacción o plenitud de vida; el fraseo de las preguntas sólo menciona máximos logros y la escala de respuesta es de 0 (totalmente en desacuerdo) a 7 (totalmente en acuerdo); no hay neutralidad del enunciado. Las preguntas son: "considera ser una persona feliz", "considera que sus necesidades materiales más importantes están cubiertas", "considera que sus condiciones de vida son excelentes", "considera que en la mayoría de las cosas su vida se aproxima a la de su ideal", "considera que ha alcanzado las metas que le son importantes en la vida", "considera que de volver a nacer no cambiaría casi nada en su vida" y "considera que está satisfecho con su vida".

A nivel nacional cinco de cada seis ciudadanos estuvieron de acuerdo con dichos enunciados de plenitud (calificación de 5 a 7); con el enunciado de vida excelsa estuvieron de acuerdo 61.7 millones de ciudadanos (mc) y en desacuerdo 19 mc; con la pregunta "de volver a nacer no cambiaría casi nada en su vida" estuvieron de acuerdo 62.2 mc y en

14

13

desacuerdo 18.5 mc; con el enunciado de ideal de vida logrado estuvieron de acuerdo 63.8 mc y en desacuerdo 16.9 mc; con el logro de metas estuvieron de acuerdo 64.5 mc y en desacuerdo 16.2 mc; sobre la casi total cobertura de necesidades estuvieron de acuerdo 65 mc y en desacuerdo 15.7 mc; el enunciado de satisfacción con la vida tuvo 72.2 millones de acuerdos y 8.5 millones de desacuerdos, y con el enunciado de felicidad estuvieron de acuerdo 74.6 mc y en desacuerdo 6.1 mc.

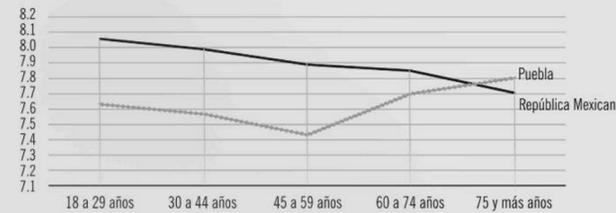
En Puebla cuatro de cada cinco ciudadanos estuvieron de acuerdo con los enunciados de plenitud de vida. De un total de 3.9 mc estimados por el Inegi para 2014, 1.3 mc estuvieron en desacuerdo en que sus condiciones de vida fueran excelentes; 1.1 mc estuvieron en desacuerdo en que la mayoría de las cosas su vida se aproximaba a la de su ideal; 1.1 mc estuvieron en desacuerdo en que sus necesidades materiales más importantes estuvieran cubiertas; 1.1 mc estuvieron en desacuerdo en que de volver a nacer no cambiaría casi nada en su vida; un millón de ciudadanos estuvieron en desacuerdo que haber alcanzado las metas que le son importantes en la vida; 600 mil ciudadanos estuvieron en desacuerdo en considerar estar satisfecho con su vida y 300 mil ciudadanos estuvieron en desacuerdo con ser personas felices. Los enunciados de plenitud están redactados en máximos logros posibles, lo que induce sesgos en las respuestas, aun así, hay al menos un millón de ciudadanos de Puebla que estuvieron en desacuerdo con haber llegado a su plenitud en al menos cinco enunciados, y a nivel nacional son 16 millones los que estuvieron en esa condición.

En su IV Informe de gobierno, Rafael Moreno Valle resalta logros y compromisos de su gestión: arribar a una patria más justa y equitativa; generar riqueza para combatir pobreza; aplicar una política social responsable e integral; haber logrado una economía dinámica que proporcionó bienestar social; refrendar que la salud es un derecho de toda la población, y que la seguridad, además de ser un derecho ciudadano, es una obligación del Estado. La información generada por el Inegi para el año 2014 registra otra Puebla: 2.1 millones de ciudadanos considera que el principal problema de Puebla es la inseguridad; dos de cada tres ciudadanos no le tienen confianza a las policías (estatal, municipal, ministerial y de tránsito), al ministerio público y a los jueces; seis de cada 10 ciudadanos dicen que esas instituciones son poco o nada eficientes, y siete de cada 10 ciudadanos las consideran corruptas (Inegi, Envepe, 2014).

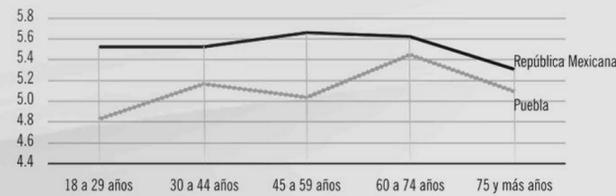
La misma Inegi, en sus indicadores de bienestar social por entidad, ofrece una imagen de Puebla distinta a la expresada por Moreno Valle: primer lugar nacional en mortalidad infantil (15.6 por 100 mil); segundo lugar en insatisfacción de vida (7.6 en escala de 0 a 10); tercer lugar en condiciones críticas de ocupación (tasa de 16.5 por ciento) y en menor acceso a servicios de salud (21.2 por ciento); cuarto lugar en menores ingresos por hogar (4 mil 741 dólares constantes de 2010) y también cuarto lugar en pobreza (64.5 por ciento de la población); quinto lugar en pobreza extrema (16.2 por ciento de la población) y en informalidad laboral (71.95 por ciento), y séptimo lugar nacional de viviendas sin acceso a servicios básicos (17.13 por ciento) y en percepción de inseguridad (43.2 por ciento) (www.beta.inegi.org.mx/app/bienestar/#grafica).

sercorsan@hotmail.com

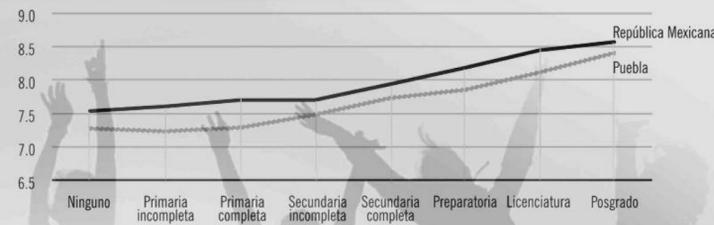
Promedio de satisfacción con la vida. Escala del 0 (Totalmente insatisfecho) a 10 (Totalmente satisfecho)



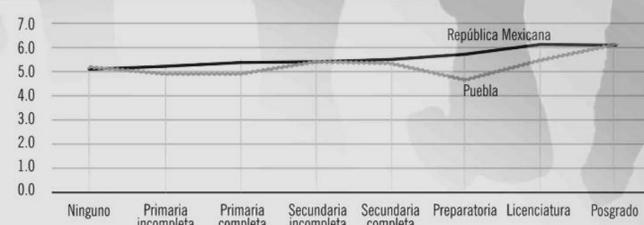
Promedio de balance afectivo. Escala del 0 (en ningún momento del día) al 10 (todo el día)



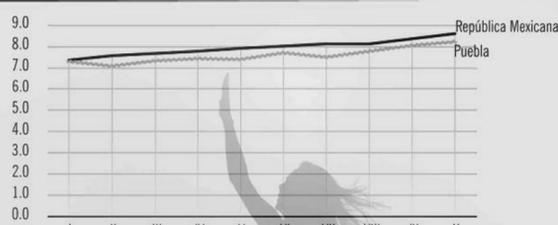
Promedio de Satisfacción con la vida. Escala del 0 (Totalmente insatisfecho) a 10 (Totalmente satisfecho)



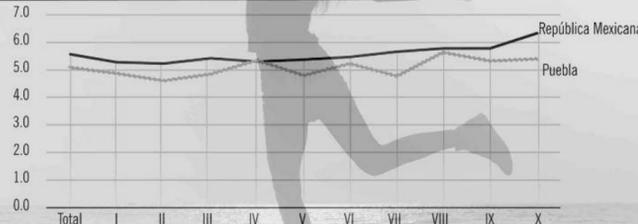
Promedio de Balance afectivo. Escala del 0 (en ningún momento del día) al 10 (todo el día)



Promedio de Satisfacción con la vida. Escala del 0 (Totalmente insatisfecho) a 10 (Totalmente satisfecho)



Promedio de Balance afectivo. Escala del 0 (en ningún momento del día) al 10 (todo el día)



Fuente: INEGI. Bienestar Subjetivo en México. Módulo BIARE Ampliado, 2014. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/tabniveles.aspx?c=33726>

José Gabriel Ávila-Rivera

Las pruebas clínicas o los ensayos clínicos

El 18 de septiembre de 2004, en la revista de comunicación médica conocida como *JAMA (Journal of the American Medical Association)* fue publicado un artículo relacionado íntimamente con la investigación biomédica y cuyo título puede traducirse como “El registro de las pruebas clínicas: una declaración del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas” (*Clinical Trial Registration: A Statement From the International Committee of Medical Journal Editors*). En el ambiente médico, comúnmente se denomina a este tipo de investigación como ensayos clínicos, situación que constituye definitivamente un error.

Llaman la atención varios aspectos que se relacionan con la traducción que comúnmente se hace de las palabras “Clinical Trial”. Una revisión del Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española nos explica que ensayo proviene del latín *exagium*, que quiere decir peso. También se refiere a aquel escrito en el cual el autor desarrolla sus ideas sin necesidad de mostrar el aparato erudito. Aparte de ser un género literario, igualmente es una operación por la cual se averigua el metal o metales que contiene la mena (es decir, el mineral tal y como se extrae de una mina) y la proporción en que cada uno está, con el peso de ella. Asimismo, es el análisis de la moneda para descubrir su ley. La mayoría de nosotros consideramos como ensayo a la representación completa de una obra dramática o musical antes de presentarla al público.

Efectivamente en inglés, la palabra *trial* significa ensayo o prueba, pero en medicina no podríamos ni siquiera imaginar que a un grupo de individuos se les pudiese someter a “ensayos” para ver “qué ocurre”. Tal vez una mejor traducción sería la de prueba, situación que también es aplicable a las temibles pruebas atómicas (y erróneamente traducidas como ensayos nucleares) que nunca han sido simples ensayos y que constituyen verdaderos actos irracionales, absurdos e inadmisibles desde el punto de vista humano.

Una revisión en el mismo Diccionario de la Real Academia nos explica que la palabra prueba significa acción y efecto de probar. Dentro de otras definiciones encontramos que “es aquella razón, argumento, instrumento u otro medio con que se pretende mostrar y hacer patente la verdad o falsedad de algo”.

Hablar de pruebas clínicas es tener en cuenta a los tipos de investigación experimental en la que se comparan grupos de individuos sometidos a una determinada exposición. El ejemplo más claro es la prueba con medicamentos en la que se establecen comparaciones con sustancias activas y elementos inertes que no tienen un efecto farmacológico (denominados placebos). Es a través de estas pruebas como paulatinamente se ha avanzado en el conocimiento de la farmacología actual.

Pero al hablar de medicamentos que se deben probar, llegamos a una serie de puntos interesantes, ya que somos los humanos quienes a final de cuentas nos sometemos a estos estudios, previo consentimiento informado.

El altruismo y la confianza constituyen el corazón de la investigación en humanos. Los voluntarios se ofrecen para la experimentación porque confían en que su participación contribuirá a mejorar la salud para otros y que los investigadores minimizarán los riesgos por medio de estudios minuciosos. A cambio de esta generosidad y confianza, que hacen la investigación clínica posible, las empresas farmacéuticas tienen la obligación de dirigir los descubrimientos en una forma ética y deben informar honestamente de sus resultados. La información honrada empieza al revelar la existencia de todos los estudios clínicos, incluso aquellos que reflejen desfavorablemente el producto de un determinado patrocinador o inversionista de la investigación.

Pero aquí entran una gran cantidad de intereses económicos que generan problemas graves de ética y humanismo. No son pocas las ocasiones en las que, investigaciones que no tienen conclusiones válidas, tanto por insuficiencia de resultados o por datos que no son estadísticamente significativos, son publicados en revistas poco serias. Luego, por medio de un gran aparato mercadotécnico, se entregan a los médicos, quienes generarán indicaciones que no representan la mejor opción para los enfermos. Hablamos entonces de una falsa medicina, que además de cara es poco efectiva. Por otro lado, los medios de comunicación han facilitado la investigación multicéntrica, es decir, de distintos sitios; sin embargo, no todos los trabajos de investigación son diseñados de esta forma por el riesgo de presentar informes contrarios a los intereses de la industria farmacéutica.

En el artículo mencionado al inicio de esta columna se plantea una opción para regular los estudios de investigación diseñados precisamente como pruebas clínicas. Esta información se puede valorar en el hipervínculo de internet <http://www.clinicaltrials.gov/> donde además, se plantea que los investigadores registren sus trabajos de modo que independientemente de los resultados, se pueda tener una base de datos, con aquellos elementos que ya hayan sido investigados, independientemente de las consecuencias.

El problema es que esta estrategia se ha desarrollado —en y para— países ricos. Nosotros estamos muy lejos de alcanzar un objetivo similar. Nuestra situación es tan grave que incluso existen investigaciones “fantasmas” o bien trabajos sin un diseño, mal hechos y mal orientados. Sin embargo, la visión a futuro gira alrededor de la necesidad de estar bien comunicado, estableciendo verdaderos vínculos con centros de investigación a nivel mundial.

Poco a poco se debe ir generando un patrón de investigadores, al cual cualquier persona pueda tener acceso, de modo que se pueda conocer con precisión el avance de cualquier investigación. Indudablemente esto se reflejará en mejores y superiores pruebas clínicas que deberán necesariamente manifestarse en un mejor nivel de la calidad en la atención. »

jpgar.med@gmail.com

8º SEMINARIO DE ELECTRÓNICA Y DISEÑO AVANZADO

21-23 de Septiembre de 2016

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Dr. Maysam Ghovanloo
Georgia Institute of Technology
“Implantable and wearable microelectronic devices to improve quality of life for people with disabilities”

Dr. Ravi Sankar
Sociedad de Ingeniería en Medicina y Biología
“Wearable sensors and technologies for advancing healthcare”

Dr. Andrew Taberner
Auckland Bioengineering Institute
“Measurement and instrumentation at the tissue-machine interface”

Dr. Paul K. L. Yu
University of California at San Diego, USA
“Green Nanotechnology as a campus initiative”

Dr. Fernando Guarín
Global Foundries, Inc, USA
“Energy-efficient semiconductor device technology”

Dr. Ravi Todt
Global Foundries, Inc, USA
“Semiconductor device technology beyond 14 nm”

Dr. Horacio Estrada
CIDESI, Mexico
“Programa Nacional de MEMS”

Dr. Daniel Durini
Jülich GmbH
“Silicon based photodetection in science”

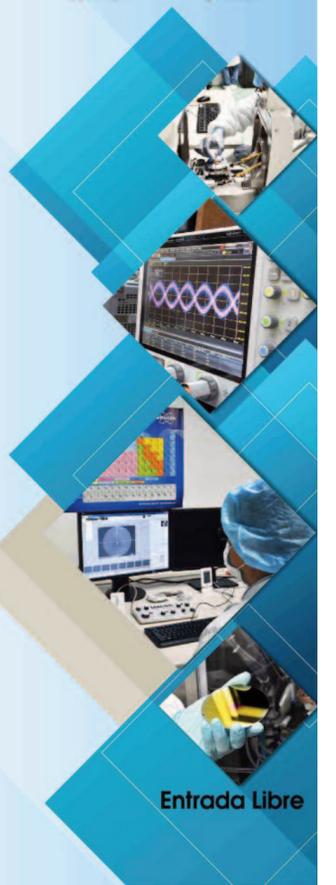
Dr. Alejandro Aragón Zavala
Tecnológico de Monterrey Campus Querétaro
“Tendencias en comunicaciones móviles: una mirada hacia 5G”

Registro: www.elec.inaoep.mx/seminario2016

Dirección: Calle Luis Enrique Erro # 1, Sta. María Tonantzli, 72840 Puebla, Pue.

Informes:
Dr. María Teresa Sanz, matersanz@inaoep.mx
Dr. Alfonso Torres Jacome, atomres@inaoep.mx
Dr. Edmundo Gutiérrez Domínguez, edmundog@inaoep.mx
Dr. Arturo Sarmiento Reyes
Tel./Fax (222) 247 0517, ext. 1425, 1426

Lugar:
Auditorio del Centro de Información Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica



Entrada Libre

Tras las huellas de la naturaleza

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

"Breve descripción de Bioarte para principiantes"

Cuando nos iniciamos en el estudio de las ciencias nos preguntamos ¿cuál es el objeto de estudio de la ciencia? Cuya respuesta más acertada es "la naturaleza", y es que la ciencia con ayuda del mundialmente famoso "método científico", intenta dar respuesta a una vasta cantidad de preguntas sobre fenómenos naturales o características de plantas y animales. ¿Por qué el cielo es azul? ¿Por qué las aves pueden volar? ¿Cómo fue creado el universo? ¿Qué fue primero: el huevo o la gallina? Dichas preguntas ya se hacían antes de que la ciencia fuera ciencia; los hombres filosofaban sobre sus posibles respuestas. Así fue como poco a poco las preguntas buscaron respuestas y con ayuda de la experimentación, se logró responder algunas de ellas. Y así llegamos hasta nuestros días; en donde aprendemos los pasos que debe realizar un científico para llegar a la demostración de su hipótesis. Y después de que ha sido demostrada dicha hipótesis, ¿qué hace el científico? Se tira a descansar y disfrutar de su fama. No. El hombre de ciencia plantea una nueva hipótesis, y sí, es algo así como la ciencia ficción, ya que nuestro científico no sabe qué pasará, si tiene razón o no, es importante saber que la obtención del conocimiento no siempre es positiva y no se llega al éxito a la primera, le esperan innumerables fracasos, muchas veces más que aciertos. Como vemos la vida de un científico está llena de piedras en el camino y todo esto para llegar al tan ansiado conocimiento.

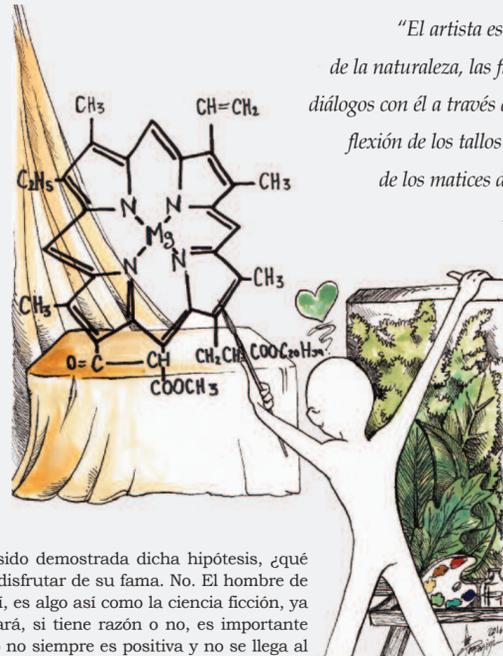
Un aliado del científico y de la ciencia, del cual todos hemos escuchado hablar, pero pocas veces obtiene reconocimiento, es el arte. A lo largo de la historia de la humanidad, el arte ha estado presente, acompañando y engalanando cada momento. Muestra de esto es el trabajo de Leonardo Da Vinci, destacando de manera importante el "Hombre de Vitruvio" del Alto Renacimiento. La obra de Rafael, "La Escuela de Atenas" donde plasma a personajes importantes como a Pitágoras, ¿a quién no causó dolor de cabeza el Teorema de Pitágoras?, encontramos a Aristóteles y a Platón, y a Ptolomeo con sus grandes aportaciones astronómicas. Solo por mencionar algunas. En México, uno de los ejemplos es Diego Rivera, quien contribuyó a la divulgación de los conocimientos científicos, como lo hizo en "El Agua, Origen de la Vida" con tan solo el nombre, entendemos de qué nos habla dicho mural, que puede ser apreciado dentro del Cárcamo de Dolores.

Entonces. Y a todo esto, qué es el "Bioarte", como lo hemos abordado en líneas anteriores, si la ciencia tiene como objeto de estudio a la naturaleza; el arte, tiene como principal inspiración, también a la naturaleza, si a esto, sumamos los trabajos científicos que son, con y para, la naturaleza, y que estos han inspirado a los artistas, entonces, tenemos lo que hoy llamamos "Bioarte", el cual y de palabras del bioartista Javier Fargas; al bioarte podemos dividirlo en dos grandes grupos, "Bioarte Soft", el cual tiene como característica que cada pieza involucre seres vivos, que no sean modificados genéticamente, ni clones, de esta encontramos obras como "Biosfera", en la cual el artista antes mencionado, coloca en esferas agua, de distintos cuerpos de agua, las cuales son selladas y expuestas al sol, para que el espectador pueda observar lo que pasa con todos los elementos de nuestro planeta esencialmente ciclos como del carbono, entre otros, y algunos organismos unicelulares que sobreviven en estas biosferas. Por otra parte encontramos al "Bioarte Hart", en esta variante encontraremos a bioartistas como Eduardo Kac, conocido por su polémica coneja transgénica que en el año 2000 fue expuesta y causó un gran furor entre el público, ya que al incluir un gen de medusa dentro del código genético de una coneja, ésta presenta la peculiaridad de ser fluorescente. Las distintas obras de esta variante del bioarte hart, han despertado polémicas y calurosas discusiones entre los científicos y artistas, por ello se ha propuesto que el artista incluya en sus obras principios de bioética.

Obras de bioartistas como Eduardo Kac, Marta Meneses, Stelarc, Gunter Von Hagens, este último conocido por su obra la cual incluye cuerpos humanos plastinados, necesitan de laboratorios especializados, destacando el Laboratorio Simbiótica, ubicado en Australia. Vale la pena comentar que Argentina cuenta

"El artista es el confidente de la naturaleza, las flores realizan diálogos con él a través de la elegante flexión de los tallos y la armonía de los matices de sus flores."

Auguste Rodin



con el primer laboratorio para bioartistas de Latinoamérica.

Indiscutiblemente, el arte es esencial para cada sociedad. El arte nos permite sensibilizarnos e imaginar nuevas oportunidades de crecer y reinventarnos, como ya hemos visto, si cruzamos esa delgada línea entre el objeto y la inspiración, estaremos sin duda, reinventando nuestra condición y la manera de ver a la naturaleza, y divulgar los conocimientos científicos, lo que despertará conciencia, esa que tanto se necesita para lograr la tan anhelada conservación de ecosistemas y especies que habitan en ellos. Ojalá y algún día cada científico se vea atraído por el arte y cada artista coqueteé con la ciencia, para lograr esa simbiosis que deje huella en cada miembro de nuestra sociedad. Mientras eso sucede, te invitamos a conocer más sobre las obras propuestas por los artistas mencionados y los que hayan escapado a estas líneas. ✉

@helaheloderma

Tras las huellas

traslashuellasdelanaturaleza@hotmail.com ✉

BAÑOS DE CIENCIA EN LA CASA DE LA CIENCIA DE ATlixco

CONACYT 45 años INIAE

20 AGOSTO
Drones autónomos inteligentes
José Martínez Carranza, Alfredo Cabrera Ponce y Roberto Munguía Silva/INAOE

10 SEPTIEMBRE
Anfibios y reptiles de México
Constantino Villar Salazar y Tania Saldaña Rivermar/Tras las huellas de la naturaleza

15 OCTUBRE
El hogar de las estrellas
María de la Luz Ramírez Patiño/BUAP-INAOE

12 NOVIEMBRE
Circuitos eléctricos
Daniela Ingrid Flores Islas/BUAP-INAOE

10 DICIEMBRE
Mapas y robots
Daniel Macena Chahua Mora/HIPERCUBO, FCE-BUAP

ENTRADA LIBRE

Talleres de ciencia para niños
Edad: 6 a 12 años Mayor información
Horario: Sábado 11:00 h Difusión Científica
Lugar: Museo "Casa de la Ciencia" difusión@inaoep.mx
3 Poniente 1102, Col. Centro, Atlixco Tel: 01 (222) 2 66 31 00 ext.7010-7017
@inaoe_mx inaoe.oficial

Paula Carrizosa

Especialistas de Reino Unido y México dialogarán en Puebla sobre cambio climático

EL ASUNTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL MANEJO DEL AGUA TAMBIÉN FORMA PARTE DE LA VIDA Y LA SOBREVIVENCIA MISMAS, ASÍ COMO DE ASPECTOS COMO LA PREVENCIÓN Y LAS POSIBLES SOLUCIONES ANTE ALGUNA CONTINGENCIA

UNA JORNADA ABIERTA

Si bien el taller Desarrollo económico y bienestar social bajo presión: cambio climático y su impacto en los recursos hídricos se realizará entre los participantes del mismo, el primer día del programa, el 7 de septiembre, estará abierto a la población en general. No obstante, es importante realizar un registro previo en la página electrónica www.surveymonkey.co.uk/r/newtonbaseline. El objetivo, expuso Luz María Lozada-Ellison, es que si bien existen otras prioridades para la población en general, el asunto del cambio climático y el manejo del agua también forma parte de la vida y la sobrevivencia mismas, así como de aspectos como la prevención y las posibles soluciones ante alguna contingencia.

En esa lógica, consideró que es importante que la información que poseen los científicos pase a manos de los ciudadanos de a pie y no sólo forme parte de las instituciones, las administraciones y las políticas públicas.

El 7 de septiembre, a partir de las 8:30 de la mañana y tras los discursos de inauguración, el taller Desarrollo económico y bienestar social bajo presión iniciará con la ponencia de Alison Hester,

investigadora de The James Hutton Institute, quien dará un esbozo del estado del agua y el cambio climático en Reino Unido.

Dicho mapeo general, pero ahora asentado en México, será abordado por el investigador y profesor titular del Colpos campus Puebla, Javier Ramírez Juárez.

La jornada del día 7 continuará con la participación de Alessandro Gimona, experto de The James Hutton Institute, quien hablará sobre los modelos y metadatos que posibilitan un mapeo del cambio climático, con la idea de abrir caminos sobre las posibilidades de acción y las proyecciones a futuro.

Después de Gimona, se presentará el investigador del Colegio de Michoacán, Yanga Villagomez, quien dará un panorama de las investigaciones sobre el uso del agua en algunas comunidades indígenas.

Lo anterior, como señaló Luz María Lozada-Ellison, es para que el taller tenga no solo datos cuantitativos sino que se complemente con miradas cualitativas.

TENDER PUENTES ENTRE INSTITUCIONES

La relevancia que Reino Unido y México realicen este tipo de trabajos científicos colaborativos, dijo la organizadora del taller, radica en que actualmente hay cambios climatológicos extremos de manera continua en cualquier parte del mundo.

Por ello, el discutir sobre el impacto que tiene en una u otra región, con países en los que se tienen más o menos recursos, es importante para provocar el intercambio de conocimientos entre los especialistas.

Eventos que ocurren aquí y allá, como inundaciones, sequías o lluvia prolongada, necesitan ser estudiados para saber qué, dónde y cuándo pasaron, en vías de intercambiar la información y las variaciones del clima, sostuvo la investigadora Lozada-Ellison.

Al final, expuso, se trata de construir la metodología que permita dar respuesta, desde una u otra perspectiva, a las realidades que se presentan, a las políticas públicas que se formulan, a las posibilidades de respuesta de una manera más pragmática.

El taller, consideró la especialista adscrita a The James Hutton Institute, ejemplifica además las oportunidades que existen para investigar y trabajar de manera coordinada entre la academia, las fundaciones, las organizaciones no gubernamentales y las instituciones públicas.

"En Reino Unido hay mucho impulso por este tipo de investigaciones; por ello, se provocan puentes entre los científicos y las organizaciones para que realicen este tipo de intercambios, mismos que se buscan que tengan impacto social", mencionó la organizadora del acto. ✉

elmensagem@hotmail.com ✉

Efemérides



José Ramón Valdés

Calendario astronómico

Septiembre 2016

Las horas están expresadas en Tiempo Universal (UT)

Septiembre 1, 09:03. Luna Nueva. Distancia geocéntrica: 392,891 km.

Septiembre 1, 09:06. Eclipse anular de Sol. Visible en África, Océano Índico, Atlántico Sur y Madagascar.

Septiembre 2, 16:22. Neptuno en oposición. Distancia geocéntrica: 28.9457 U.A.

Septiembre 2, 18:48. Mercurio a 5.2 grados al Sur de la Luna en la constelación de Virgo. Configuración muy difícil de observar por la cercanía del planeta con el Sol. Elongación de planeta: 17.9 grados.

Septiembre 2, 22:08. Ocultación de Júpiter por la Luna. Visible en la República Mexicana pero ocurrirá durante el día, de las 16:20 a las 18.

Septiembre 3, 09:01. Venus a 0.7 grados al Sur de la Luna en la constelación de Virgo. Configuración muy difícil de observar por la cercanía del planeta con el Sol. Elongación del planeta: 24.2 grados.

Septiembre 3, 11:15. Ocultación de Venus por la Luna. No visible en la República Mexicana.

Septiembre 6, 18:44. Luna en apogeo. Distancia geocéntrica: 405,055 km. Iluminación de la Luna: 25.4 por ciento.

Septiembre 8, 22:20. Saturno a 3.0 grados al Sur de la Luna en la constelación de Ofiuro. Configuración observable desde las primeras horas de la noche hacia la parte suroeste de la esfera celeste. Saturno, Marte y la estrella Antares formarán un increíble espectáculo cerca de la Luna. Elongación de planeta: 83.5 grados.

Septiembre 9. Lluvia de meteoros Perseidas septiembre. Actividad del 5 al 21 de septiembre, con el máximo el 9 de septiembre. La tasa horaria es de 5 meteoros. El radiante se encuentra en la constelación de Perseo, con coordenadas de AR=48 grados y DEC=+40 grados.

Septiembre 9, 11:48. Luna en Cuarto Creciente. Distancia geocéntrica: 400,576 km.

Septiembre 9, 16:29. Marte a 7.2 grados al Sur de la Luna en la constelación de Ofiuro. Configuración visible hacia la parte Sur de la esfera celeste desde las primeras horas de la noche. Muy cerca se encuentra el planeta Saturno. Elongación del planeta: 91.5 grados.

Septiembre 12, 23:33. Mercurio en conjunción inferior. Distancia geocéntrica: 0.6421 U.A.

Septiembre 15, 19:20. Neptuno a 0.3 grados al Sur de la Luna en la constelación de Acuario. Configuración observable desde las primeras horas de la noche hacia la parte Este de la esfera celeste. Elongación del planeta: 166.5 grados.

Septiembre 15, 19:55. Ocultación de Neptuno por la Luna. No visible en la República Mexicana.

Septiembre 16, 18:54. Eclipse penumbral de Luna. No visible en la República Mexicana.

Septiembre 16, 19:05. Luna Llena. Distancia geocéntrica: 364,754 km.

Septiembre 18, 17:00. Luna en perigeo. Distancia geocéntrica: 361,896 km. Iluminación de la Luna: 94.7 por ciento.

Septiembre 22, 05:24. Mercurio estacionario. Elongación del planeta: 14.8 grados.

Septiembre 22, 14:21. Inicio del Otoño.

Septiembre 23, 09:56. Luna en cuarto menguante. Distancia geocéntrica: 374,472 km.

Septiembre 26, 07:04. Júpiter en conjunción. Distancia geocéntrica: 6.4537 U.A.

Septiembre 28, 15:22. Mercurio en el perihelio. Distancia heliocéntrica: 0.3075 U.A.

Septiembre 28, 19:17. Mercurio en su máxima elongación oeste. 17.88 grados.

Septiembre 29, 10:12. Ocultación de Mercurio por la Luna. No visible en la República Mexicana.

Septiembre 29, 10:26. Mercurio a 1.2 grados al Sur de la Luna en la constelación del León. Configuración no observable porque el planeta va delante del Sol y se oculta primero. Elongación de Mercurio: 17.8 grados.

✉ jvaldes@inaoep.mx

A ocho minutos luz

Raúl Mújica

INAOE: 45 AÑOS ACERCANDO CIENCIA Y TECNOLOGÍA A TODO PÚBLICO

Hace 45 años, el 12 de noviembre de 1971, aparecía en el *Diario Oficial de la Federación* el decreto mediante el cual el Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla (OANTon) era transformado en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE).

Guillermo Haro, el promotor de este cambio y primer director del INAOE, tuvo siempre esta gran visión de contar con un instituto en que las disciplinas, que hasta ese momento eran de apoyo a la astronomía, se volvieran independientes. De esta manera es como desde ese momento la óptica y la electrónica en el INAOE inician su ruta a la excelencia. Las Ciencias Computacionales toman su camino varios años después, cuando otro de los directores, Alfonso Serrano, se da cuenta que son una disciplina que puede alcanzar grandes logros de manera independiente. Más recientemente, otra área ha iniciado su camino, las Ciencias del Espacio, que ya cuentan con programas de maestría y doctorado y que pronto alcanzarán también un nivel de excelencia.

Luego de 45 años el INAOE ha alcanzado grandes metas, desarrollado proyectos únicos a nivel mundial, formado una gran cantidad de recursos humanos de alto nivel y comunicado sus logros a la sociedad.

El INAOE participa actualmente en el desarrollo de algunos de los proyectos astronómicos más importantes en el planeta, como el instrumento MEGARA para el Gran Telescopio Canarias, del que es socio, opera el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano, el proyecto científico-tecnológico más importante y ambicioso en la historia del país, y el Observatorio Astrofísico Guillermo Haro en Cananea, Sonora, además es parte crucial del High Altitude Water Cerenkov, un observatorio de partículas de alta energía.

En otras áreas también ha alcanzado grandes logros, es el principal socio tecnológico de la Secretaría de Marina y pionero y principal actor en el desarrollo de la tecnología para la seguridad nacional. Es sede del Centro de Desarrollo de MEMS, y del Centro Regional de Enseñanza de la Ciencia y Tecnología Espaciales para América Latina y el Caribe, campus México.

Con más de 130 investigadores, distribuidos en cuatro áreas, es difícil mencionar todos los proyectos exitosos que hemos desarrollado en estos primeros 45 años de trabajo científico y tecnológico, por eso es que durante los próximos meses estaremos aplicando estrategias para darlos a conocer a la mayor cantidad de público posible.

El segundo semestre de 2016 vamos a iniciar los festejos de estos primeros 45 años de logros, para lo cual estamos organizando una serie de actividades, la mayoría para todo público, en diversas sedes.

Contaremos con tres series de conferencias. Una en la Casa del Puente, en Cholula; otra en la Casa de la Aduana Vieja, del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la BUAP, en el Centro Histórico de Puebla y una tercera en la Biblioteca Franciscana, también en Cholula.

En la Biblioteca Franciscana las conferencias serán todos los martes de octubre y estarán enmarcadas en una exposición de libros antiguos de astronomía. Las charlas estarán centradas en nuestra historia astronómica, desde la época prehispánica, hasta el INAOE. Contaremos con la participación del Dr. Jesús Galindo Trejo, el arqueoastrónomo mexicano de mayor reconocimiento a nivel mundial. Estará también el Dr. Alejandro Cornejo, uno de los fundadores del INAOE. Participará el Dr. Omar López Cruz, cosmólogo del INAOE, quien ha hecho una revisión de la primera revista de astronomía que se publicó en México y que alcanzó gran renombre en todo el mundo. Cerrará el ciclo Daniel Flores, quien tiene a cargo la elaboración del Anuario Astronómico.

Por otro lado, en la Casa de la Aduana Vieja, tendremos una vez al mes, iniciando en agosto, una charla por cada área del INAOE: astrofísica, óptica, electrónica, ciencias computacionales y ciencias del espacio. Un experto, de cada especialidad, hablará de las líneas de investigación que se cultivan en nuestro Instituto en dicha especialidad, así como de su investigación propia.

La Casa del Puente en Cholula ha resultado un excelente foro para charlas y talleres, por esta razón, los temas de las conferencias planeadas en esta sede están asociadas con los temas de los talleres sabatinos para niños que llamamos Baños de Ciencia.

En esta línea, para los más jóvenes, tenemos otras varias sedes con nuestros talleres de ciencia. La Casa de la Ciencia en Atlixco, Parque El Ameyal en Cuautlancingo, la Casa de la Magnolia y Volcanic Park en Ciudad Serdán y el Museo de Arqueología de Córdoba, más lo que se acumule en las siguientes semanas.

Diversas publicaciones en medios masivos, como este suplemento de SyC, campañas en redes, cápsulas de audio y video, se están produciendo para continuar dando a conocer, siempre a un mayor público, el trabajo científico y desarrollo tecnológico que se realiza en el INAOE.

Otros eventos masivos y ya tradicionales, como la Noche de las Estrellas y la FILEC, estarán dedicando espacios y actividades específicas a nuestro aniversario. Sin embargo, lo más importante está reservado para la semana del 7 al 11 de noviembre, cuando, además de conferencias de invitados especiales, tendremos la graduación anual de nuestros estudiantes y abriremos nuestras puertas, telescopios, talleres, laboratorios, a todo público.

En todos los casos, tanto conferencias como talleres, la entrada sin costo. Las conferencias son para todo público, mientras que los talleres son, principalmente, para niños.

No dejen de visitar nuestra página, www.inaoep.mx para verificar los eventos, ni de seguirnos en nuestras redes sociales, ya que, además, tendremos muchas actividades en las que ofreceremos premios especiales.✉

✉ rmujica@inaoep.mx

más información

<http://www.inaoep.mx>

[f @inaoe.official](#)

[t @inaoe_mx](#)

BAÑOS DE CIENCIA DE EN CUAUTLANCINGO

CONACYT 45 aniversario INAOE

22 de octubre
Ruta al medio ambiente
Esteban Mejía
GTM-INAOE

27 de agosto
Robots y mapas
Daniel Mocencagua
HIPERCUBO-BUAP

19 de noviembre
Satélites
Edgar Juárez
INAOE-CRETEALC

10 de septiembre
Mapas de luz
Juana Medina
INAOE

ENTRADA LIBRE

Talleres de ciencia para niños
Edad: 6 a 12 años
Horario: 11:00 h
Lugar: Parque recreativo El Ameyal
Colle El Carmen No. 10, Col. Estrellas del Mar
Cuautlancingo, Puebla

Mayor información:
Difusión científica
difusion@inaoep.mx
Tel: 01 (222) 2663100, ext. 7010-7017

[@inaoe_mx](#) [f inaoe.official](#)

BAÑOS DE CIENCIA DE CON EL GTM ALFONSO SERRANO

CONACYT 45 aniversario INAOE

Volcanic Park
Camino San Juan Arcos
Ojo de Agua S/N
Ciudad Serdán, Puebla

Centro Cultural Casa de la Magnolia
2 Sur #302, Colonia Centro,
Ciudad Serdán, Puebla

1 de julio
La oca de la ciencia
Aneel Paredes Salazar (INAOE)

2 de julio
La oca de la ciencia
Aneel Paredes Salazar (INAOE)

2 de septiembre
Mapas aéreos
Julián Ramírez Ramírez (OSA-SPIE)

3 de septiembre
Geometría aérea
Julián Ramírez Ramírez (OSA-SPIE)

30 de septiembre
La física de la música
Itzel Hernández Armenta (UDLAP)

1 de octubre
¿Qué onda?
Itzel Hernández Armenta (UDLAP)

4 de noviembre
Líneas artísticas
Jade González Minutti (Museo Casa de la Ciencia de Atlixco)

5 de noviembre
Mapas artísticos
Jade González Minutti (Museo Casa de la Ciencia de Atlixco)

Entrada libre

Talleres de ciencia para niños
Edad: 6 a 12 años
Horario: 11:00 h
Mayor información:
Cecy Robles, crobles@inaoep.mx
Alejandra Portillo, aportillo@inaoep.mx
Tel: 45 225 84

[@inaoe_mx](#) [f inaoe.official](#)

45 años INAOE

haciendo ciencia desde Tonantzintla

Conferencias para todo público
18:00 h

26 de agosto

Discos circunestelares
Miguel Chávez Dogostino

30 de septiembre

De micro a nanoelectrónica
Alfonso Torres Jacome

28 de octubre

Ciencias Computacionales en el INAOE
Aurelio López López

25 de noviembre

Asteroides, ¿un peligro para la Tierra?
José S. Guichard Romero

9 de diciembre

Lentes, láseres, y otros menesteres ópticos
Marcelo David Iturbe Castillo

Entrada libre

Casa de la Aduana Vieja
Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, BUAP
Av. 2 Ote #409, 72000 Puebla, Pue.

Mayor información:
Difusión Científica
<http://www.inaoep.mx/>
difusion@inaoep.mx
Tel: 01 (222) 266 31 00 ext. 7010-7017





BUAP

Tercer Congreso Internacional de Matemáticas y sus aplicaciones

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas
Del 5 al 9 de septiembre de 2016
Entrada libre / Programa: www.fcm.buap.mx

VII Encuentro Nacional de Ciencias Luis Rivera Terrazas

Temáticas: Investigación básica y aplicada, Instrumentación, Historia y Filosofía, enseñanza, divulgación y política científica.
Del 20 al 23 de septiembre 2016 / Bases: www.fcm.buap.mx

Congreso Internacional Aristóteles, 2400 años

Facultad de Filosofía y Letras / Del 3 al 5 de octubre de 2016.
Convocatoria en: www.congresoaristotelespuebla.com

Segundo Congreso Nacional de Didáctica: Lectura, Escritura y Literatura

12, 13 y 14 de octubre de 2016
Informes: Colegio de Lingüística y Literatura
3 Oriente 214, Centro / Tel. 2 29 55 00, ext. 5400.
Correos: segundocongresodidactica2016@gmail.com
cecyuan@yahoo.com.mx

La Facultad de Economía convoca al Doctorado en Economía Política del Desarrollo

Recepción de documentos hasta el 6 de octubre de 2016.
Informes: Facultad de Economía
Av. San Claudio esquina 22 Sur, edificio EC04
Tel. 2 29 55 00, ext. 2891 y 7845
Correo: depd@correo.buap.mx / www.eco.buap.mx



Baños de ciencia con el GTM Alfonso Serrano en Volcanic Park

Camino San Juan Arcos, Ojo de Agua
Talleres de ciencia para niños de 6 a 12 años
2 de septiembre
Mapas aéreos / Julián Ramírez Ramírez (OSA-SPIE) / 11:00-13:00 h

Baños de ciencia con el GTM Alfonso Serrano en Ciudad Serdán

Centro Cultural La Magnolia. 2 Sur #302, Colonia Centro.
Talleres para niños de 6 a 12 años
3 de septiembre
Geometría aérea / Julián Ramírez Ramírez (INAOE) / 11:00-13:00 h

Curso de Capacitación para planetarios

Calle Luis Enrique Erro No. 1
Santa María Tonantzintla, Cholula, Puebla.
5 al 7 de septiembre

Reunión de capacitación para la Noche de las Estrellas 2016

Calle Luis Enrique Erro No. 1
Santa María Tonantzintla, Cholula, Puebla.
8 al 10 de septiembre



Ciclo de conferencias en Casa del Puente: INAOE 45 años

Conferencia para todo público
9 de septiembre
La física de la música / Itzel Hernández (UDLAP) / 18:30 h

Baños de Ciencia en Casa del Puente

Talleres para niños de 6 a 12 años
10 de septiembre

Baños de Ciencia en la Casa de la Ciencia de Atlixco

Talleres para niños de 6 a 12 años
3 Poniente 1102 Col. Centro. Atlixco, Puebla
10 de septiembre
Anfibios y reptiles de México / Constantino Villar Salazar y Tania Saldaña Rivermar (Tras las Huellas de la Naturaleza) / 11:00-13:00 h

Baños de Ciencia en Cuautlancingo

Parque recreativo El Ameyal
Calle El Carmen No. 10, Col. Estrellas del Mar. Cuautlancingo, Puebla.
Talleres para niños de 6 a 12 años
10 de septiembre
Mapas de luz / Juana Medina (INAOE) / 11:00-13:00 h

Semana i del ITESM en el INAOE
Calle Luis Enrique Erro No. 1 Santa María Tonantzintla, Cholula, Puebla.
19 al 21 de septiembre

Baños de Ciencia en el Museo de Córdoba

Calle 3, Centro, 94500 Córdoba, Ver.
24 de septiembre
Las maravillas de la luz / Liliana Villanueva y Rafael Páez (Capítulos Estudiantiles de Divulgación OSA-SPIE / INAOE) / 11:00 a 13:00 h

Serie de conferencias INAOE: 45 años haciendo ciencia desde Tonantzintla

Casa de la Aduana Vieja. Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la BUAP. Av. 2 Oriente # 409, 72000 Col. Centro. Puebla, Pue.
30 de septiembre
De micro a nanoelectrónica / Alfonso Torres Jácome (INAOE) / 18 h

Los observatorios astronómicos son siempre un índice de la cultura y del adelanto de un país; a mayor adelanto, más observatorios.

Harlow Shapley · Astrónomo (1885 - 1972)

Épsilon Jaime Cid

BAÑOS DE CIENCIA DE Y LECTURA EN EL MUSEO DE CÓRDOBA

27 de agosto
Rutas a la lectura
Consejo Puebla de Lectura

24 de septiembre
Las maravillas de la luz
Liliana Villanueva y Rafael Páez
Capítulos Estudiantiles de Divulgación OSA/SPIE/INAOE

22 de octubre
Pintando el Sol
Carlos Ventura y Héctor Jesús Neri
FCFM/BUAP

19 de noviembre
Pirámides inquietas
María de la Luz Ramírez Patiño/INAOE

03 de diciembre
Drones autónomos inteligentes
José Martínez Carranza
Roberto Munguía Silvia
Alfredo Cabrera Carranza/INAOE

ENTRADA LIBRE

Talleres de ciencia para niños

Edad: 6 a 12 años
Horario: 11:00 h
Lugar: Calle 3 No. 305-A, entre Av. 3 y 5 Col. Centro, Córdoba, Veracruz.

Mayor información:
María Abdulla Díaz Guadarrama
Tel: 271 71 20 967

@inaoe_mx
 inaoe.official