

AMC

BOLETÍN INFORMATIVO DE LA ACADEMIA MEXICANA DE CIENCIAS
NÚMERO 81 • NÚMERO ESPECIAL • JULIO 2019

50 ANIVERSARIO DE LA LLEGADA DEL SER HUMANO A LA LUNA

AMC

Boletín informativo de la
Academia Mexicana de Ciencias

COMUNICACIÓN

Elizabeth Ruiz Jaimes
Jefa de información

Luz Olivia Badillo Badillo
Edición y corrección

Noemí Rodríguez González
Elizabeth Ruiz Jaimes
Luz Olivia Badillo Badillo
Reporteras



Academia Mexicana de Ciencias
Casa Tlalpan
Km 23.5 de la Carretera Federal México-
Cuernavaca, Col. San Andrés Totoltepec,
México, 14400, CDMX

Teléfono: +(52-55) 5849 4903
www.amc.mx

Alejandra López Iriarte
Diseño editorial

En portada: En primer plano se observa la huella de la bota del astronauta Edwin Aldrin en el suelo lunar. La fotografía fue tomada con una cámara de 70 mm. Foto: Archivo histórico de la NASA.

CONSEJO DIRECTIVO

Dr. José Luis Morán López
Presidente

Dra. Estela Susana Lizano Soberón
Vicepresidenta

Dra. María Ester Brandan
Tesorera

Dr. Carlos Artemio Coello Coello
Secretario

Dr. Alipio Gustavo Calles Martínez
Secretario

Mtra. Renata Villalba Cohen
Coordinadora Ejecutiva

SECCIONES REGIONALES

Centro-Occidente
Dra. María Patricia Arias Rozas
Presidenta

Sur-Sureste
Dra. Soledad María Teresa Hernández Sotomayor
Presidenta

Centro-Sur
Dra. María del Carmen Cisneros Gudiño
Presidenta

Noreste
Dr. Oliverio Santiago Rodríguez Fernández
Presidente

Noroeste
Dr. Alfredo Ortega Rubio
Presidente



5 EDITORIAL

50 ANIVERSARIO DE LA LLEGADA DEL SER HUMANO A LA LUNA

- 6 Ciencia espacial, de la teoría a la tecnología que nos rodea
- 8 El legado del Programa Apolo
- 10 Rocas lunares en México
- 12 Caminante, son tus huellas el camino
- 15 Katherine Johnson y los cálculos que hicieron posible la llegada del hombre a la Luna
- 17 La llegada a la Luna fue catalizadora de proyectos tecnológicos y de investigación

20 GALERÍA

NOTICIAS DE LA AMC

- 28 Comenzó el Verano de la Investigación Científica 2019
- 30 Forman a educadores con herramientas y habilidades del siglo XXI
- 32 Se llevó a cabo la XIII Olimpiada Mexicana de Historia

COMUNIDAD CTI

- 34 Confiere la UNAM 10 doctorados *honoris causa*
- 36 Reconocen la trayectoria de Juan Ángel Rivera Dommarco, estudioso del estado nutricional de la población mexicana
- 38 Uno de los retos del IFUNAM: crear proyectos más ambiciosos alrededor de problemas complejos

EN LA FRONTERA DEL CONOCIMIENTO

- 40 Descubren un compuesto en el veneno de alacrán para combatir la tuberculosis
- 42 Los restos óseos cuentan la historia de la civilización maya

- 44 ENTREVISTA A...
Pablo Laguna

47 AGENDA



El 16 de julio de 1969 a las 9:32 a.m., hora del Este, se lanzó al espacio el cohete Saturno V desde la plataforma del complejo 39 del polígono de lanzamiento de cabo Cañaveral, en el Centro Espacial Kennedy. **Foto:** Archivo histórico de la NASA.



Este número del *Boletín* informativo de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), se une a la celebración por el 50 aniversario de la llegada del ser humano a la Luna. Esta gran hazaña involucró un equipo integrado por cientos de especialistas en diferentes disciplinas, que tuvieron la visión de inventar, crear y desarrollar nueva tecnología con los recursos de la década de los sesenta del siglo pasado, que ha tenido y aún tiene un gran impacto en nuestras vidas. Al interior de estas páginas encontrarán diversas notas sobre el tema, que seguramente serán de interés para los lectores.

Asimismo, este ejemplar del *Boletín* incluye en su sección “En la frontera del conocimiento”, dos interesantes entrevistas que ilustran el avance científico del país. La primera de ellas se refiere al descubrimiento de un compuesto en el veneno del alacrán que podría combatir estafilococos y también combatir bacterias resistentes que causan la tuberculosis. Lourival Possani Postay, del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México — en conjunto con Richard Zare de la Universidad de Stanford en Estados Unidos y con Rogelio Hernández Pando del Instituto Nacional de Ciencias de la Salud y Nutrición Salvador Zubirán— considera que este trabajo es uno de los más importantes que ha realizado a lo largo de sus 45 años como investigador, ya que este hallazgo puede ser utilizado para el tratamiento de la tuberculosis, una de las enfermedades infecciosas más letales del mundo. La segunda entrevista gira en torno a los restos óseos de personas que habitaron el área maya. Vera Tiesler, coordinadora del Laboratorio de Bioarqueología e Histología de la Universidad Autónoma de Yucatán, explica que la bioarqueología permite una aproximación más humana al pasado, ya que un cuerpo comunica directamente el estilo de vida, enfermedad y muerte de un individuo en sociedad. Es una manera integral que considera el aspecto cultural y social, así como el biológico. Vera Tiesler ha compilado una base de datos de más de 12,000 entierros de los cuales 6,600 los han trabajado ella y su equipo.

Este *Boletín* presenta una extensa entrevista a Pablo Laguna, miembro correspondiente de nuestra Academia desde el año 2008. Pablo Laguna es líder mundial en relatividad numérica. Fue miembro fundador y primer director del Centro de Astrofísica Relativista del Instituto Tecnológico de Georgia, Estados Unidos, y actualmente es el director de la Escuela de Física de dicho Instituto.

La Luna siempre ha ejercido una fascinación sobre la humanidad. Deidades, películas, partituras, canciones, poemas, libros, han sido dedicados a nuestro satélite desde tiempos inmemoriales. Ya lo decía el poeta mexicano Jaime Sabines “la Luna se puede tomar a cucharadas o como una cápsula cada dos horas ...”. Las imágenes que ilustran este *Boletín* fueron tomadas del Archivo Histórico de la NASA (de acceso público), y dan fe del momento histórico —inolvidable— que se vivió hace 50 años, cuando el ser humano llegó a la Luna.

José Luis Morán López
Presidente

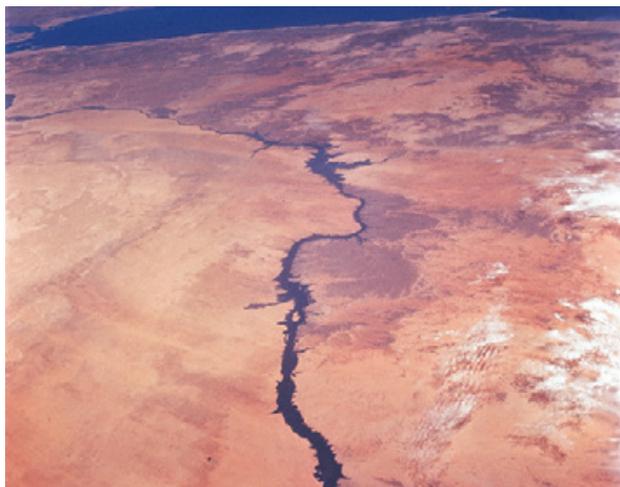


Ciencia espacial, de la teoría a la tecnología que nos rodea

El Programa Apolo, un proyecto espacial tripulado y desarrollado por Estados Unidos en la década de 1960 en el marco de la carrera espacial con la Unión Soviética durante la Guerra Fría, logró su objetivo de llevar al ser humano a la Luna, pero además dejó numerosos aprendizajes y aplicaciones tecnológicas en el camino. A continuación, algunos ejemplos del legado de este programa de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés).

Monitoreo de los recursos naturales

Los científicos de la Tierra fueron los primeros en beneficiarse de la exploración espacial ya que las misiones Apolo 7 y 9, que orbitaron alrededor de la Tierra y tomaron fotografías en distintas longitudes de onda de luz —destacando distintos aspectos de la orografía terrestre—, permitieron observar otros aspectos del suelo y la biodiversidad. Así nació el programa Landsat, que desde 1972 genera datos sobre los recursos naturales y áreas urbanas, y permite monitorear, por ejemplo, fenómenos como el cambio climático, el cambio del curso de los ríos o los incendios forestales.



Apolo 9 capta el río Nilo, Egipto. Foto tomada el 7 de marzo de 1969. Foto: NASA.

Computadoras más pequeñas

Era necesaria una computadora que guiara a los astronautas a la Luna y de regreso a la Tierra a salvo, dado el reducido espacio con el que dispondrían abordo, cientos de ingenieros trabajaron en el Instituto de Tecnología de Massachusetts en la miniaturización del hardware del programa Apolo. Así, de lo que mediría una computadora del tamaño de siete refrigeradores en fila —que ocuparían una habitación completa— se logró reducir a dimensiones de 32 x 61 centímetros y pesar 32 kilos. Esta tecnología sentó las bases de la generación actual de dispositivos de bolsillo.

Asimismo, el software fue la base de la informática moderna. El Computador de Navegación del Apolo tenía 36 kilobytes (kB) de memoria de sólo lectura y 2 kB de memoria de acceso aleatorio, permitía 85,000 instrucciones por segundo. En su creación participaron 300 personas durante siete años con un costo de alrededor de 46 millones de dólares. En contraste, el rendimiento de la computadora que se planea enviar en la misión a la Luna en 2024 realizará 15 mil millones de instrucciones por segundo.



El Computador de Navegación del Apolo y su monitor. Foto: NASA.

Los cohetes Saturno v

Así se nombró a una serie de cohetes que fueron lanzados entre 1967 y 1973, entre los cuales estaba el que llevó la misión Apolo 11. Fueron diseñados a inicios de 1960 por ingenieros del Centro Espacial Marshall, bajo el liderazgo de Wernher von Braun. Tenían una altura de 111 metros y la nave total pesaba 3,200 toneladas. En su primera fase llevó cinco motores con una duración de encendido de 2 minutos y 30 segundos, consumiendo 2,050 metros cúbicos (m³) de combustible; la segunda fase llevaba 5 motores con una duración de encendido de 6 minutos y 30 segundos, consumiendo 1,350 m³ de combustible; en la tercera fase tenía un motor y duración de encendido de 2 minutos, consumiendo 39 toneladas de combustible. Los motores tenían combustible líquido de queroseno, también de oxígeno e hidrógeno líquido. Este último elemento químico, el primero de la tabla periódica por ser el más ligero, ha pasado de ser utilizado en cohetes a implementarse en coches que, si bien aún no se venden masivamente, se espera que en un futuro cercano sean una realidad cotidiana.



Las distintas fases del cohete Saturno v. Imagen: NASA.

Telemedicina

Los rusos fueron los primeros que monitorearon a distancia los parámetros fisiológicos —frecuencia cardíaca, presión arterial, constantes respiratorias, temperatura corporal— de un ser vivo en el espacio

con telemetría, se trató de la perra Laika a bordo del Sputnik 2 en 1957. Cuatro años después, el cosmonauta humano Yuri Gagarin también fue supervivido a distancia. En la década de 1960 en la NASA fueron capaces de recibir datos de dichas constantes biológicas con el adicional de que registraron el ambiente exterior de los satélites como nivel de radiación, concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono. Con las tecnologías de la información y de la comunicación se ha ido extendiendo la prestación de servicios médicos a distancia.

Comunicaciones espaciales

Se tomó video y fotografías del descenso del módulo lunar de Edwin Aldrin y Neil Armstrong hasta tocar la superficie lunar. En especial, el formato del video era de 525 scanlines a 30 cuadros por segundo, transmitido a 4.5 megahercios. La cámara de video y la fotográfica debían estar protegidas de la radiación solar y resistir temperaturas extremas: desde 121 °C hasta -157°C, el día y la noche en la superficie lunar. Todas las naves de la misión Apolo llevaban grabadoras de voz que se activaron en las misiones para registrar las voces de la tripulación, incluso, hubo una conversación entre el presidente de Estados Unidos, Richard M. Nixon y los astronautas, la cual se logró con el apoyo de Bruce Candless (ingeniero eléctrico y astronauta de la NASA), comunicador de la cápsula de control de la misión (CAPCOM) en el Apolo 11 durante el primer paseo lunar.

Desarrollos inesperados

Desde herramientas eléctricas inalámbricas hasta aislamientos reflectantes que hoy en día se encuentran en cualquier hogar. Este efecto, de crear equipo inesperado, dio lugar a un taladro portátil que los astronautas necesitaban para extraer muestras de núcleos rocosos de poco más de 3 metros de profundidad de la superficie lunar. Una empresa estadounidense adquirió la licencia y adaptó al aparato para convertirlo en una aspiradora inalámbrica. La NASA registra alrededor de 1,700 invenciones por año, algunas de las cuales se terminan transfiriendo la iniciativa privada, y dando lugar a nuevas tecnologías. Luz Olivia Badillo con información de la NASA.



Dolores Maravilla Meza, investigadora del Departamento de Ciencias Espaciales del Instituto de Geofísica. Foto: Elizabeth Ruiz/AMC.

El legado del Programa Apolo

Salir del entorno terrestre fue un gran reto científico para la humanidad. Para lograr que el ser humano llegara a la Luna, se tuvo que recorrer un largo camino. Así, la historia empezó mucho tiempo atrás, cuando los hombres empezaron a experimentar con cohetes, sostuvo en entrevista Dolores Maravilla Meza, investigadora en el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La científica, adscrita al Departamento de Ciencias Espaciales, recordó que Alemania tuvo grandes experimentos en este sentido. Y estuvo involucrada la tecnología desarrollada en los países de Europa del Este, la misma Rusia y Estados Unidos. “No debemos olvidar sucesos como el de Yuri Gagarin, el primer ser humano que orbitó nuestro planeta a bordo de la nave espacial Vostok 1, un logro de la Unión Soviética el 12 de abril de 1961”.

Gracias a ello, se hicieron grandes descubrimientos en la vecindad de la Tierra. Supimos que el medio interplanetario no era un espacio vacío como se suponía sino que el Sol tiene campo magnético y que toda la materia que sale del Sol va permeando el medio interplanetario. Estas hipótesis fueron postuladas por investigadores mucho antes de la era espacial. Se descubrió, también, que la magnetosfera terrestre, sus regiones, su extensión y su interacción con el material que viene del Sol es viento solar.

El programa Apolo "fue fantástico", de acuerdo con Maravilla Meza, estuvo formado por doce misiones, siendo las últimas siete, las planeadas para que el hombre se posara en la Luna. Lamentablemente, la Apolo 13 fue una misión fallida y sólo arribaron a nuestro satélite el Apolo 11, 12, 14, 15, 16 y 17. Las primeras misiones de este proyecto

exploraron la vecindad de la Tierra e hicieron “paseos en la vecindad de la Luna”. Recordó que en la primera misión del Apolo hubo un accidente y fallecieron los astronautas Gus Grissom, Ed White y Roger Chaffee. “Eran los primeros hombres que iban a tener una misión completamente diferente a la de los satélites artificiales que ya se habían colocado alrededor de la Tierra”.

La también integrante de la Academia Mexicana de Ciencias agregó que cada una de las misiones del Programa Apolo desarrolló pruebas: desde el funcionamiento del módulo lunar y el módulo de mando hasta el módulo de servicio, pero también hubo un gran avance computacional y en todos los instrumentos que formaron parte de las misiones.

Evidencia del pasado remoto

Cuando hace cincuenta años escarbaron en la superficie de la Luna, Neil Armstrong y Edwin “Buzz” Aldrin, no sólo recogieron polvo seco y oscuro, sino que emprendieron un viaje en el tiempo. Estos astronautas, (incluido Michael Collins) y los diez astronautas que les siguieron en las misiones posteriores, trajeron muestras de roca y polvo lunar que han registrado el violento y sorprendente origen de la Luna, y también su composición y edad. Gracias a los instrumentos colocados en la superficie del satélite, los científicos han podido reconstruir su estructura interna y comprender por qué la Luna tiene dos caras completamente diferentes o si hay actividad sísmica. Colocaron detectores de partículas energéticas para ver cómo interactuaba la superficie de la Luna con el viento solar. Y se empezaron a hacer estudios para ver si en la Luna había atmósfera.

Gracias a los instrumentos instalados entre el Apolo 11 y el 17, y a los estudios sobre el material que conforma la superficie lunar, “se descubrió que la Luna está cubierta por una capa espesa de polvo que se llama regolito lunar y está formado por partículas de polvo pequeñísimas, que tienen tamaños desde decimas de milímetros hasta nanómetros”.

Maravilla Meza relató que desde el Apolo 11, Neil Armstrong había dicho que el polvo de la Luna era muy particular porque se pegaba a los trajes espaciales. Esta regolita forma un cobertor en la superficie

de la Luna. Su espesor no es uniforme, puede tener desde centímetros hasta decenas de metros.

“El regolito lunar está formado por partículas con superficies abruptas e irregulares que pueden tener lados cortantes; además, es peligroso debido a su tamaño ya que puede llegar a los pulmones, a los alveolos pulmonares y al torrente sanguíneo. Los astronautas del Apolo 17 manifestaron que respiraron la regolita que quedó flotando en el módulo lunar que los hizo regresar a la Tierra y que la sensación que tuvieron en la nariz fue como si estuvieran respirando material quemado, como cuando se queman los bosques o el olor de la pólvora cuando se dispara un arma”, recordó la investigadora.

De acuerdo con la científica, de la Luna todavía hay mucho por aprender, ya que después del Programa Apolo se han seguido haciendo estudios paralelos con satélites artificiales; se ha descubierto, por ejemplo, que tiene una pequeña atmósfera que se llama exosfera; que hay agua, millones de toneladas en los polos en posible estado sólido.

La especialista en física espacial recordó que existen varios proyectos para visitar los polos lunares para “resolver” el problema del agua. “Necesitamos saber si es potable o no, si será útil para los humanos en futuras misiones a la Luna, o cómo podríamos utilizarla”. Otro interés se enfoca en seguir estudiando si la afluencia del viento solar tiene una relación con la existencia de agua en la Luna, de ser así, aún tenemos que entender qué minerales son los que pueden estar involucrados para desprender oxígeno y después mezclarse con el hidrógeno para que esta combinación dé como resultado agua.

Los países involucrados en la carrera espacial para llegar a la Luna quieren explotar minerales, establecer una base lunar para que en el futuro se puedan mandar naves a Marte o a otras partes de nuestro Sistema Solar, instalar un observatorio para estudiar nuestra galaxia y el Universo, colocar una estación espacial en la vecindad de la Luna, etcétera. “Lo que es claro es que los nuevos programas se realizarán gracias a los esfuerzos de varios países, con colaboraciones internacionales y pronto tendremos más noticias y descubrimientos”, concluyó. Elizabeth Ruiz Jaimes.



En la sala "Universo" del Museo de las Ciencias *Universum* se exhiben las dos rocas lunares que la NASA prestó a la UNAM. Foto: Elizabeth Ruiz/AMC.

Rocas lunares en México

El 1 de mayo de 1994 la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA por sus siglas en inglés) hizo entrega oficial de dos rocas lunares, obtenidas en la primera y la última de las misiones espaciales del Programa Apolo, al Museo de las Ciencias *Universum*, narró Jorge Flores Valdés, investigador emérito del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Es un logro que se alcanzó gracias a Gerardo Suárez, “quien entonces era el coordinador de la investigación científica de la UNAM, y quien en un viaje a Houston, donde se ubica el Centro Espacial Lyndon B. Johnson de la NASA, visitó una exposición donde se mostraban las rocas traídas de nuestro satélite natural. Se le ocurrió que una exposición semejante sería de mucho interés para *Universum*, convenció al entonces director del Instituto de Geofísica de ello”, recordó Flores Valdés, quien vivió este suceso siendo director de dicho museo.

De las dos rocas lunares exhibidas en *Universum*, la más grande, la obtuvo Neil Armstrong el 21 de julio de 1969 en la misión Apolo 11 junto con los astronautas Edwin Aldrin y Michael Collins, pesa 185 gramos y tiene una edad de 3,700 millones de años. La otra pesa 24 gramos y tiene una edad de 4,000 millones de años. Fue obtenida por el astronauta Harrison Smith de la zona nombrada Monte Taurus en diciembre de 1972 en la misión Apolo 17.

“La doctora France Córdova, entonces directora científica de la NASA, vino a la Ciudad de México para firmar un convenio con la UNAM y formalizar el préstamo, todo en concordancia con las normas internacionales. En cualquier momento podrían solicitar que se les devuelva”, indicó el expresidente de la Academia Mexicana de Ciencias con motivo del 50 aniversario del alunizaje del Apolo 11.

El físico recordó que cuando Gerardo Suárez y él recogieron las rocas lunares en Houston, de regreso atravesaron la aduana de la Ciudad de México con cierta aprensión, logrando pasar sin que nadie se diera cuenta de lo que traían consigo. “Como llegamos en la noche, me quedé con las dos piedras lunares en mi casa, siendo, tal vez, el único ser humano que ha tenido en su casa semejantes ejemplares”, dijo.

En las seis misiones Apolo (1969-1972) los astronautas recolectaron rocas lunares. En total fueron 382 kilogramos de núcleos, 2,200 muestras de seis sitios de exploración diferentes que consisten en piedras, arena y polvo de la superficie lunar. El repositorio se encuentra en el Centro Espacial Johnson, de acuerdo con la NASA.

Los estudios sobre la composición química de las rocas y el suelo lunar son de interés de estudio porque brindan información sobre el origen del satélite, pero también de la formación de la Tierra y el Sistema Solar. Al parecer, la Luna podría haberse formado a partir de los restos de un cuerpo planetario que impactó en la Tierra.

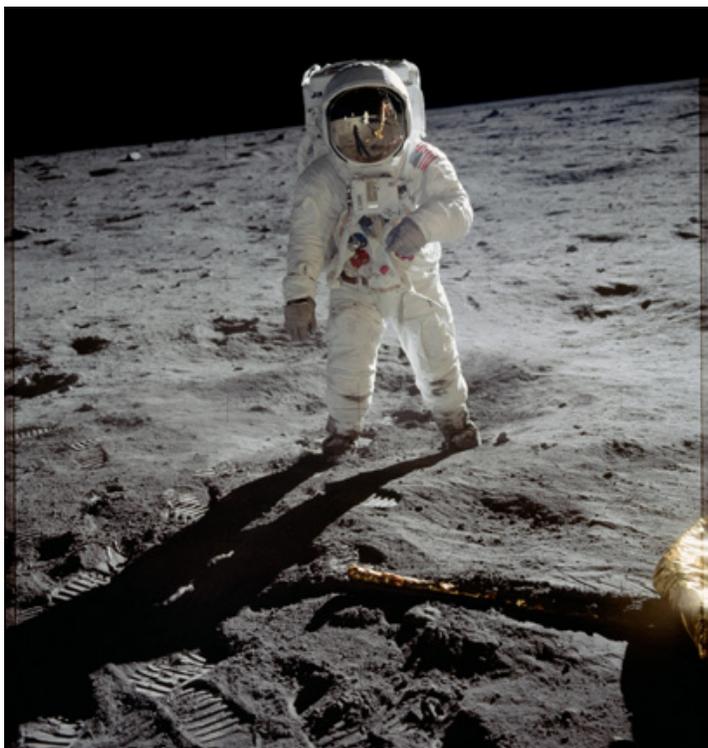
Gracias a las muestras obtenidas, se sabe que la corteza lunar se formó hace 4,400 millones de años—la Tierra se formó hace 4,540 millones de años—, también se observa un posterior bombardeo constante de meteoritos y derrames de lava, información de relevancia para entender la historia geológica del satélite. La radiación del Sol, por otro lado, quedó atrapada en la formación del suelo lunar desde la formación de la corteza y es un registro permanente de la actividad solar.

En 1994, en el patio principal de *Universum* se montó una muestra sobre nuestro satélite en la que los dos equipamientos más importantes eran unos cilindros que resguardaban las rocas lunares.

Actualmente, ambas muestras se exhiben en la sala “Universo”, en el segundo piso del edificio “A”. Para el doctor Jorge Flores, “el hecho de traer mecanismos, objetos, ideas, programas de radio, televisión, libros que acerquen la ciencia al pueblo de México es algo que contribuye de manera muy importante a nuestro desarrollo como país y es absolutamente indispensable para tener una cultura científica”. Luz Olivia Badillo.



Jorge Flores Valdés viajó a Houston con Gerardo Suárez para recibir en préstamo dos rocas lunares. Foto: Elizabeth Ruiz/AMC.



Proyectos como la misión Apolo 11 demostraron que cuando se cuenta con apoyo financiero los científicos se pueden organizar, trabajar en equipo y resolver problemas complejos. Foto: NASA.

Caminante, son tus huellas el camino

José Luis Morán López

Artículo publicado el 14 de noviembre de 2012 en el periódico *La Crónica*

El pasado 25 de agosto falleció uno de los hombres más importantes de la era moderna, Neil Armstrong. Él fue el ser privilegiado que por primera vez, en la historia de la humanidad, pisó la superficie lunar. Por primera ocasión un ser humano escapaba de la superficie de la Tierra y después de circundar la Luna descendió sobre un sitio del Mar de la Tranquilidad.

La atracción gravitacional nos tiene confinados en la superficie de la Tierra. Nuestras propias experiencias nos demuestran que para elevarse a cualquier altura sobre el piso, se requiere una cantidad importante de energía. El hombre no está “hecho” para volar por medios propios y mucho menos para remontarse a grandes alturas. Por otro lado, la Luna parecía inalcanzable y fue considerada una deidad en la mayoría de las culturas antiguas. Sin embargo, nunca nos hemos conformado con esa situación y a lo largo de la historia están registrados algunos relatos fantásticos en los que el hombre podía alcanzar la Luna.

Uno de los más recientes, y basado en los conocimientos científicos de la época, fue la novela de Julio Verne titulada *De la Tierra a la Luna*, publicada en 1861. En ella describía en forma simplificada pero avanzada para la época, el problema de llegar a la Luna. En su modelo tomaba ya en cuenta que tanto la Tierra como la Luna ejercen una fuerza de atracción gravitacional sobre cualquier cuerpo. Dado que la Tierra tiene una masa mayor y a

que estamos más cerca de ella, la fuerza que predomina sobre nosotros es la terrestre y nos mantiene atados a su superficie. Sin embargo, él menciona que si tuviéramos una nave espacial que viajara en línea recta hacia la Luna, la fuerza que ésta ejercería sobre ella sería cada vez mayor. En su trayectoria, llegaría a una distancia tal que las dos fuerzas se equilibrarían y el resultado sería el de ingravidez (peso cero). La posición de este punto en la línea que une la Tierra y la Luna sólo está determinada por la masa de ambas y se encuentra más cerca de la Luna. Después de ese punto, la fuerza gravitacional de la Luna ganaría y la nave descendería a su superficie. Verda las características que debería de tener el disparo del cohete y la duración del vuelo.

Debido al movimiento de la Tierra y de su satélite, entre otras cosas, el problema es más complicado, pero los científicos de finales de los 50 podían calcular con gran exactitud la trayectoria a seguir (no en línea recta). La dificultad para su realización era alcanzar el desarrollo tecnológico para lograrlo.

Para la época en que inició la carrera espacial entre Estados Unidos y la entonces Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), los avances en la aviación, logrados durante la Segunda Guerra Mundial, eran impresionantes. Se desarrollaron los materiales y las tecnologías necesarios para que aviones tripulados volaran a grandes alturas y con velocidades varias veces la del sonido.

Por otra parte, los alemanes fueron los líderes en el desarrollo de cohetes capaces de atravesar grandes distancias y podían hacerlos incidir en blancos estratégicos. Londres fue en gran parte destruida por los cohetes alemanes v1 y v2. El principal responsable del proyecto fue el científico alemán Wernher Von Braun, quien al final de la guerra fue llevado a Estados Unidos y cooperó con el desarrollo de los cohetes en ese país. Von Braun estudió física y se doctoró en la Universidad de Berlín en 1934. Su campo de investigación fue el desarrollo de cohetes capaces de atravesar grandes distancias y eventualmente circundar la Tierra. Para él era claro que existía la posibilidad de hacer orbitar satélites, el problema era desarrollar materiales lo suficientemente resistentes pero ligeros, capaces de soportar

altas temperaturas, y combustibles lo suficientemente potentes para propulsarlos. Sus habilidades quedaron de manifiesto con el desarrollo de los letales cohetes v2.

Al terminar la Segunda Guerra Mundial era obvio que el país que más rápidamente desarrollara cohetes con mayores capacidades de vuelo y llevando consigo armas más potentes lograría la supremacía mundial. La conquista del espacio y la puesta en órbita de satélites espías fue el tema de las décadas de la postguerra, la llamada Guerra Fría. Los rusos se pusieron a la vanguardia con la puesta en órbita del primer satélite artificial. El 4 de octubre de 1957, un cohete soviético intercontinental R-7 puso en órbita el Sputnik, tomando a todo el mundo por sorpresa, principalmente a los estadounidenses. La posibilidad de enviar misiles dirigidos desde la URSS a cualquier parte del mundo había quedado demostrada.

Como respuesta, en 1958 los estadounidenses pusieron en órbita su satélite llamado, Explorer I, diseñado por Wernher Von Braun. Ese mismo año, el presidente Dwight Eisenhower creó la NASA (Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio) como la agencia federal dedicada a la exploración del espacio. Como comparación, podemos mencionar que apenas en 2011 México creó su propia agencia espacial. En 1959, los soviéticos dieron otro paso adelante al hacer llegar el satélite Luna 2 a la superficie lunar, y en abril de 1961 el cosmonauta soviético Yuri Gagarin se convirtió en la primera persona en orbitar la Tierra. Un mes después, la NASA lanzó a Alan Shepard en un vuelo que no orbitó la Tierra. En resumen, hasta ese momento, los soviéticos tenían la primacía en la carrera espacial.

Ante esa situación, el presidente John F. Kennedy —convencido de la importancia de invertir recursos para ganar la carrera espacial— estableció, a fines de mayo, el programa Apollo. Este proyecto fue similar al Proyecto Manhattan, pero con una cantidad mayor de recursos financieros y humanos; la finalidad expresa era la de transportar estadounidenses a la Luna y traerlos sanos de regreso antes de que terminara la década de los sesenta. El número de empleados de la NASA en 1964 llegó a la cifra de 34,000. Sin embargo, otros 350,000



estaban asociados al proyecto pero trabajando en industrias y universidades bajo contrato.

En enero de 1967, el desarrollo del proyecto Apolo tuvo un fuerte tropiezo al morir tres astronautas tras incendiarse la cápsula espacial en un simulacro de lanzamiento. Este contratiempo no tuvo mayores consecuencias en la carrera espacial, pues los soviéticos ya habían decidido abandonar la competencia después de la muerte del principal responsable de su proyecto, Sergei Korolev.

En diciembre de 1968, se lanzó el Apolo 8, la primera misión espacial tripulada que orbitó la Luna. Con este logro, los estadounidenses ya estaban en posición de descender a nuestro satélite natural. Así el 16 de julio de 1969, los astronautas Neil Armstrong, Edwin Aldrin y Michael Collins salieron a bordo del Apolo 11, en el primer intento de alunizar.

El 20 de ese mes, después de tres días y medio de viaje, y después de no pocas dificultades, Armstrong y Aldrin se desprendían de la nave espacial Columbia que circundaba la Luna y descendían exitosamente a su superficie en la cápsula lunar Águila. A las 10:56 pm tiempo del Este (EDT), Neil Armstrong se convertía en el primer hombre en pisar la superficie lunar. Su primer mensaje a la Tierra fueron las famosas palabras: Un pequeño paso para un hombre y un salto gigante para la humanidad.

Durante dos horas, Armstrong y Aldrin exploraron, colectaron muestras e hicieron algunos experimentos científicos sobre la superficie lunar.

Nada más apropiado para describir esa experiencia que el poema de Antonio Machado:

"Caminante no hay camino..."

Al posar Armstrong su pie sobre la superficie lunar, coronaba los esfuerzos de Estados Unidos de llevar hombres a nuestro satélite natural. A través del programa Apolo, no sólo se lograba la meta fijada por Kennedy, sino que además se obtenía un gran número de avances científicos y tecnológicos que van desde el desarrollo de materiales y combustibles especiales hasta la implementación de hábitats particulares en la presencia de una reducida gravedad y de la producción de energía de los rayos solares para el funcionamiento de los equipos y computadoras de la nave espacial.

Los proyectos Apolo y Manhattan —este último liderado por Robert Oppenheimer— trajeron como resultado el desarrollo del aprovechamiento de la energía nuclear; hicieron reconocer que, cuando se cuenta con el apoyo financiero adecuado, los científicos podían organizarse, trabajar en grupo y resolver problemas complejos. A partir de entonces, las actividades científicas fueron más valoradas y se crearon fondos especiales para apoyar proyectos específicos.

Una reflexión final. El aprecio que tiene la sociedad por el quehacer científico se lo ha tenido que ganar la comunidad a pulso. Éste varía de país a país y está relacionado con el desarrollo social y económico. Sin embargo, a nivel mundial la historia referida mostró, una vez más, con toda claridad, que la ciencia y sus aplicaciones a la larga determinan los estándares de vida.



En el libro *De la Tierra a la Luna* publicado en 1861, Julio Verne describió algunos de los obstáculos que enfrentaba el ser humano para llegar a la Luna. Imagen: Pinterest.



La matemática Katherine Johnson realizó los cálculos de la misión Apolo 11 para que el módulo Águila lograra descender al suelo lunar, y para que coincidiera su órbita de regreso con el módulo de comando y servicio Columbia. Foto: NASA.

Katherine Johnson y los cálculos que hicieron posible la llegada del hombre a la Luna

En los primeros años de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) los encargados de descifrar ecuaciones numéricas complejas eran llamados “computadoras humanas”, Katherine Johnson fue una de las personas que realizaban este trabajo; entre sus principales contribuciones a la exploración espacial fueron los cálculos que realizó para el Proyecto Mercury y el vuelo del Apolo 11 a la Luna en 1969, su trabajo fue esencial para ese logro.

La pionera en ciencia espacial y computación se graduó de West Virginia State College en 1937. Después de asistir a la escuela de posgrado y trabajar como maestra en una escuela pública, en 1953 empezó a laborar en el Centro de Investigación Langley de la NASA en Hampton, Virginia, como una de las “calculistas del área Oeste”. Sus primeros cuatro años ahí analizó datos de pruebas de vuelo y trabajó en la investigación de un accidente aéreo causado por turbulencia de estela.

En 1957, Katherine proporcionó algunas de las matemáticas para el documento *Notas sobre tecnología espacial*, un compendio de una serie de conferencias en 1958, impartidas



por ingenieros de la División de Investigación de Vuelo y la División de Investigación de Aeronaves sin Piloto.

En 1960, ella y el ingeniero Ted Skopinski fueron los autores de *Determinación del ángulo de azimut en el quemado para colocar un satélite sobre una posición terrestre seleccionada*, un informe que presenta las ecuaciones que describen un vuelo espacial orbital en el que se especifica la posición de aterrizaje de la nave espacial.

Después, hizo el análisis de trayectoria para la misión Libertad 7 de Alan Shepard en mayo de 1961, el primer vuelo espacial humano de Estados Unidos. Ella verificó las ecuaciones orbitales para el control de la trayectoria de la cápsula de esta misión, desde el despegue hasta la descarga.

En 1962, mientras la NASA se preparaba para la misión orbital de John Glenn, Katherine Johnson fue llamada para hacer el trabajo por el que sería más conocida. La complejidad del vuelo orbital había requerido la construcción de una red mundial de comunicaciones que conectaba estaciones de rastreo por todo el mundo con computadoras IBM en Washington, D.C., Cabo Cañaveral y las Bermudas.

Las computadoras habían sido programadas con las ecuaciones orbitales que controlarían la trayectoria de la cápsula en la misión de Glenn, desde el despegue hasta el amerizaje, pero a los astronautas no les entusiasmaba la idea de poner sus vidas en manos de las máquinas electrónicas de cálculo, pues eran propensas a los problemas y a los apagones. Como parte de la lista de verificación previa al vuelo, Glenn pidió a los ingenieros que «trajeran a la chica» —Katherine Johnson— para que hiciera los mismos cálculos con las mismas ecuaciones que habían sido programadas en computadora, pero a mano, en su calculadora mecánica de escritorio. «Si ella dice que están bien», recuerda Katherine Johnson que dijo el astronauta, «entonces estoy listo para partir». El vuelo de Glenn fue un éxito y marcó un punto de inflexión en la carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética.

La matemática estadounidense trabajó más de catorce horas diarias en el programa conocido como Cita Orbital Lunar, procedimiento para enviar una

nave tripulada en vuelo a la Luna. Este método, que se empleó en las misiones Apolo, utilizaba dos vehículos que despegaban en el mismo cohete y viajaban unidos, uno para ir y volver de la Luna, y otro más pequeño para alunizar.

Johnson se encargó de calcular el momento en el que el módulo lunar Águila del Apolo 11, del que descenderían los astronautas, debía abandonar el satélite para que su trayectoria coincidiera con la órbita que describía el módulo de mando Columbia y pudiera acoplarse a éste para regresar a la Tierra.

Una mujer brillante

Nacida en White Sulphur Springs, Virginia Occidental, el 26 de agosto de 1918, la gran curiosidad y brillantez de Katherine Johnson con los números hicieron que adelantara varios cursos en la escuela. A los trece años ya iba al West Virginia State College —siendo una de los tres estudiantes negros que comenzaron el proceso de integración en dicho campus—. A los dieciocho años, se matriculó en esta universidad, donde completó el currículo de matemáticas y encontró en el profesor W. W. Schieffelin Claytor, el tercer afroamericano en obtener un doctorado en matemáticas, un mentor. Katherine se graduó con los más altos honores en 1937, de acuerdo con la biografía de Katherine G. Johnson de la NASA.

Colaboró, también, en el transbordador espacial Landsat 1, y fue autora o coautora de 26 trabajos de investigación. Trabajó en el Centro de Investigación Langley de la NASA desde 1953 hasta que se jubiló en 1986. «Disfruté yendo a trabajar todos y cada uno de los días», dijo.

En 2015, a la edad de 97 años, Katherine Johnson agregó otro logro extraordinario a su larga lista: el presidente Obama le otorgó la Medalla Presidencial de la Libertad, el más alto honor civil de Estados Unidos y hasta la fecha es la única mujer de la NASA que ha recibido este reconocimiento.

En 2017, la NASA le puso el nombre de Katherine G. Johnson a uno de sus más potentes centros de cálculo, el Centro de Investigación Computacional Katherine G. Johnson. Noemí Rodríguez con información de la NASA.



William Lee Alardín, coordinador de la Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de México.
Foto: Elizabeth Ruiz/AMC.

La llegada a la Luna fue catalizadora de proyectos tecnológicos y de investigación

El 20 de julio de 1969 la misión espacial estadounidense Apolo 11 llevó a los astronautas Neil Armstrong, Edwin Aldrin y Michael Collins a la Luna, y para lograrlo se requirió de un desarrollo tecnológico impresionante en distintas áreas, desde la propulsión para el desarrollo de los cohetes, cómputo, telecomunicaciones y materiales, que trajo grandes beneficios para la sociedad en general, dijo en entrevista el astrónomo William Lee Alardín.

Los preparativos necesarios para lanzar con éxito el Apolo 11 requirieron casi una década, años en los que se tuvo que desarrollar mucha ciencia y tecnología, “recordemos que no se habían tenido comunicaciones a grandes distancias, lo cual fue un reto mientras se hacían las pruebas en las misiones preparatorias alrededor de la Tierra”, agregó.

De acuerdo con el coordinador de la Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) e integrante de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), “las computadoras que se tenían en aquel entonces eran muy rudimentarias, y cualquier celular de ahora supera la capacidad que aquellas tenían. Para los años sesenta se requirió de un avance muy importante en ese aspecto y también en materiales, porque las herramientas y equipos que funcionaban en la Tierra no estaban expuestos a las mismas condiciones a las



que estuvieron en el espacio (vibraciones, radiación, impactos de meteoritos, por ejemplo), y para ello se requirieron avances tecnológicos muy importantes”.

Por ejemplo, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés) es una tecnología que ha permitido hacer mapas de todo tipo con mucha precisión y navegación. Es uno de los desarrollos tecnológicos más importantes que se usa en todas las disciplinas, desde las ciencias sociales, la arqueología, las matemáticas aplicadas, la geografía, y la biología, por nombrar algunas.

México en los sesenta

Hace 50 años la investigación científica en México tenía un desarrollo incipiente a partir de algunas instituciones, de acuerdo con Lee Alardín, investigador adscrito al Instituto de Astronomía de la UNAM. No existía aún el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e instituciones como el Instituto Politécnico Nacional y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) no eran lo que son ahora. No existían universidades estatales con un gran desarrollo científico, y había muy pocas personas dedicadas a la investigación, por lo que estábamos en un contexto muy distinto.

“La situación en la que estamos hoy en ciencia, tecnología e innovación es mejor, pero tampoco es la más adecuada para un país con 125 millones de personas. En 1990 había menos de 6,000 miembros en el Sistema Nacional de Investigadores mientras que en 2019 hay 28,000, pero para un país del tamaño de México este número es completamente insuficiente”, señaló.

Aunque en la actualidad el país sí participa en proyectos grandes e importantes, no ha desarrollado suficientes proyectos de gran envergadura. El Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano es un buen ejemplo, hoy es el proyecto más grande del país pero no hay otro de este tamaño, y “si queremos contribuir y aprovechar el desarrollo de las tecnologías que se generan en los grandes proyectos, necesitamos desarrollar muchísimos más”.

Recordó que “el proyecto para llevar a los seres humanos a la Luna fue gigantesco; este tipo de proyectos sirven de catalizadores para desarrollos

tecnológicos y proyectos de investigación en áreas similares y en otras que uno ni se imagina en las que también van a servir; eso es lo que nos hace falta en México. Aún no hemos entendido que hacer proyectos grandes en ciertas disciplinas tiene muchas ventajas para toda la ciencia y la tecnología, y para atraer a más gente a un modo de trabajar y hacer las cosas para beneficio de la sociedad y del país”.

Para Lee Alardín recordar la hazaña lograda hace 50 años es importante, porque nos sirve para motivar y hacerle ver a la gente que cosas tan increíbles como esas son posibles y que vale la pena tratar de desarrollarlas y de aprenderlas por curiosidad, por conocimiento y también por la tecnología.

Interés en la Luna

William Lee también recordó que sigue habiendo interés científico en los procesos que formaron la Luna y esto se debe a que el sistema Tierra-Luna es peculiar en nuestro Sistema Solar, porque ningún otro planeta (salvo Plutón), tiene una luna tan grande comparada con el tamaño del planeta alrededor del cual gira. Las lunas de Saturno, Júpiter y Marte son mucho más pequeñas en relación con esos planetas. “Lo que se piensa es que la Luna se formó a partir de la colisión de un objeto muy grande con la Tierra en las primeras etapas de formación del Sistema Solar, por lo que entender cómo chocan los objetos, cómo se destruyen o se crean planetas, es importante, para entender la evolución del sistema planetario”.

Hay interés en hacer minería en la Luna; una idea más tiene que ver con utilizar a la Luna como base intermedia para la exploración planetaria a mayor escala, ya que es más fácil hacer despegar un cohete de la Luna que de la Tierra. Y también se ha pensado en instalar un observatorio astronómico en la superficie de la Luna, donde las horas de observación serían más prolongadas que en nuestro planeta. La Luna es el objeto celeste más cercano que tenemos y para nada está agotada la investigación en ese sentido, añadió.

La misión Apolo 11 marcó un antes y un después en la exploración espacial. Después de esta hazaña otras muchas misiones han llegado a la Luna y han permitido a los científicos conocer mejor a nuestro

satélite natural. Desde entonces hemos conseguido enviar naves no tripuladas a Marte, a Júpiter y los demás planetas externos de nuestro Sistema Solar, incluso algunas de ellas ya navegan afuera de éste.

"El empeño de los seres humanos para llegar a la Luna fue enorme: requirió de un esfuerzo financiero, técnico y político, motivado por la Guerra Fría. Ha habido varias etapas desde entonces y quizá lo que los países, entre ellos México, deben tener muy claro es qué proyectos quieren hacer".

No se pueden emprender iniciativas 100 veces más grandes de lo que se hayan hecho antes y pretender que salgan bien a la primera. El país necesita desarrollar sus capacidades. Talento hay en todos lados, pero hay que cultivarlo. Y las capacidades de infraestructura tecnológica toman tiempo para ser desarrolladas y una inversión sostenida, y es ahí donde tenemos mucho camino por recorrer, pero existe la capacidad y las iniciativas para hacerlo hoy en día, concluyó Lee Alardín.

El alunizaje

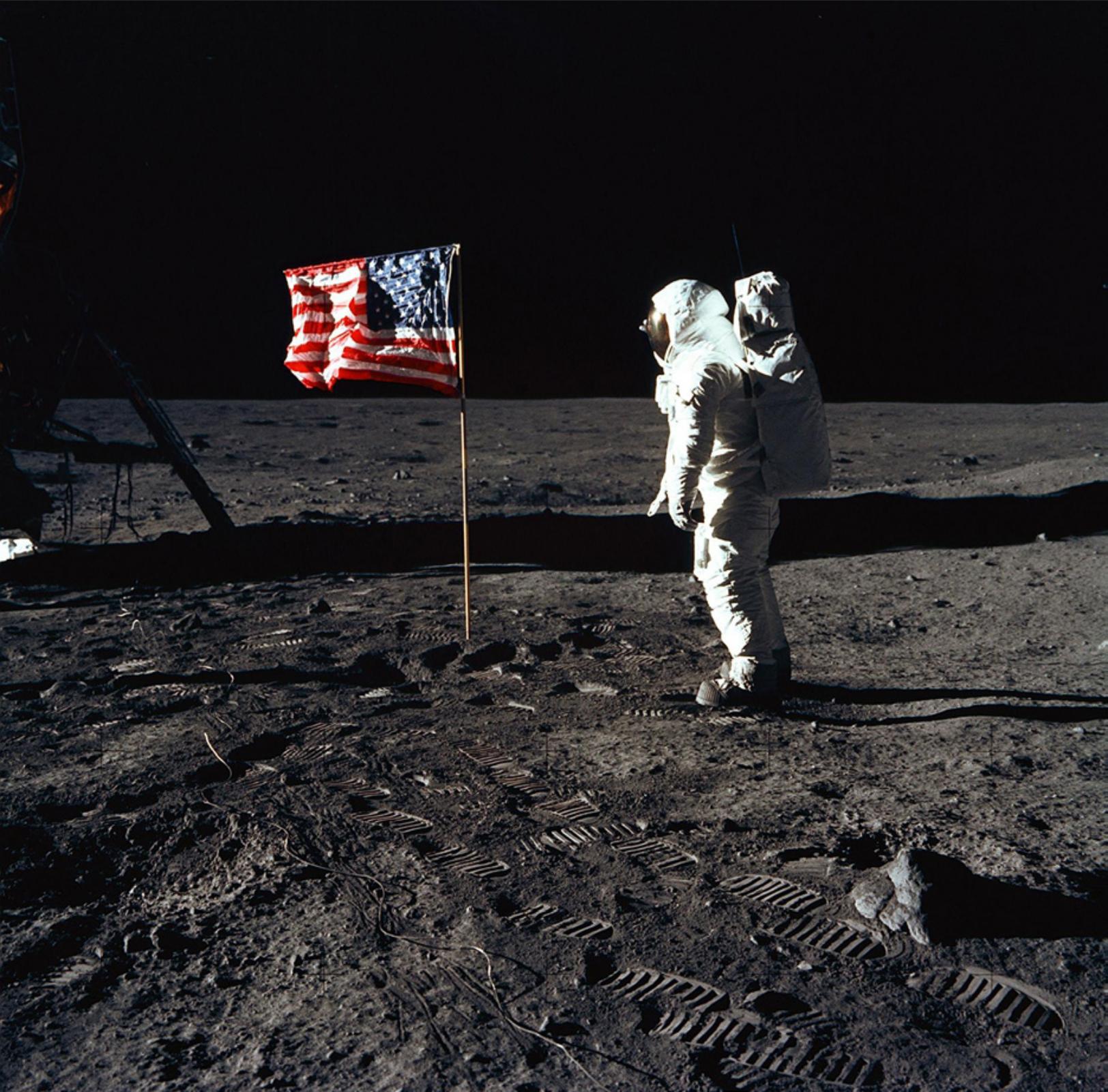
El 21 de julio de 1969, durante dos horas y media, los astronautas Armstrong y Aldrin exploraron la superficie lunar a pie mientras Michael Collins pilotaba el módulo de mando Columbia, alrededor de la Luna. Los astronautas del Apolo 11, y posteriormente del Apolo 14, dejaron prismas en la superficie lunar en forma de espejo que son utilizados con láser por científicos en el Observatorio McDonald en Texas y otros observatorios del mundo. Los láseres determinan con precisión la distancia de la Tierra a la Luna, ésta se aleja de la Tierra unos 3.8 centímetros por año.

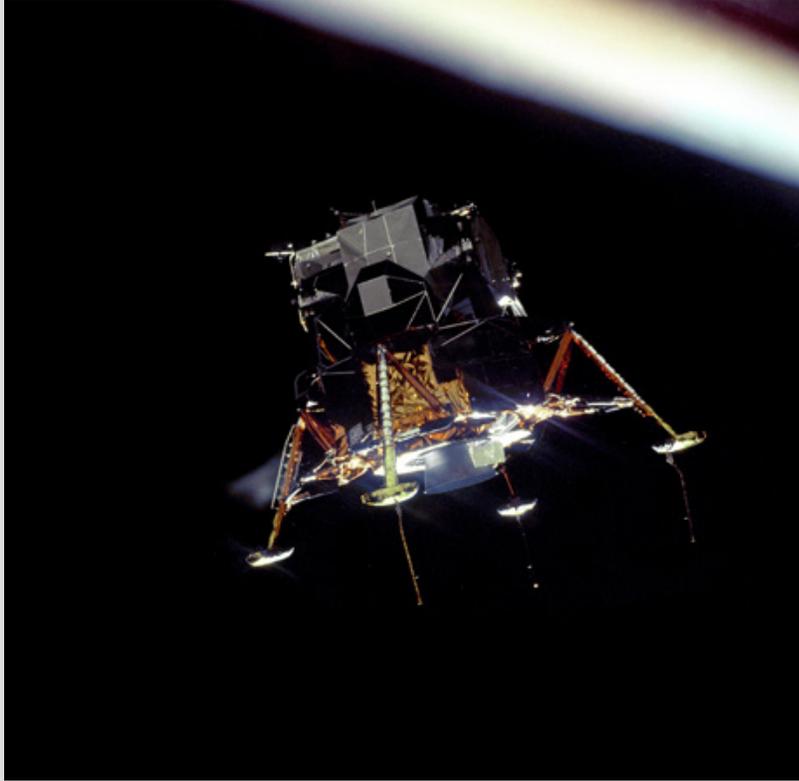
Rocas de la misión Apolo 11 se repartieron en 135 países diferentes de todo el mundo como un gesto de buena voluntad. Estas rocas han resistido todas las pruebas geológicas posibles y aún hoy resisten el escrutinio microscópico de los geólogos. Elizabeth Ruiz Jaimes.

*“Aún no hemos entendido que hacer proyectos grandes en ciertas disciplinas tiene muchas ventajas para toda la ciencia y la tecnología, y para atraer a más gente a un modo de trabajar y hacer las cosas para beneficio de la sociedad y del país”:
William Lee Alardín.*

Galería

50 aniversario de la llegada
del ser humano a la Luna



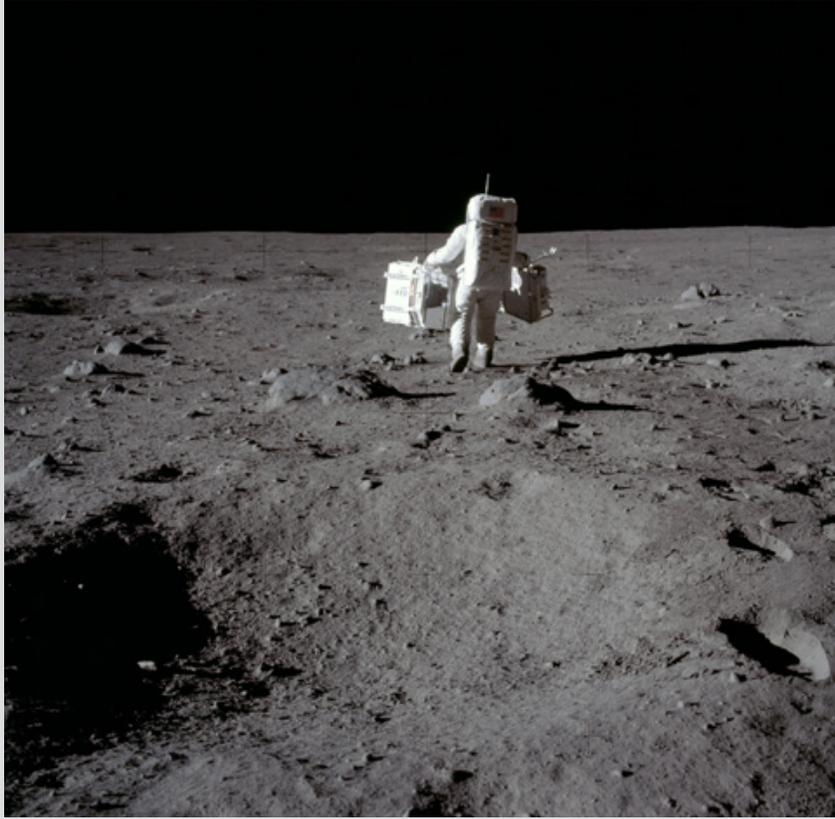


El módulo lunar Águila fue fotografiado en órbita lunar desde el Módulo de Mando y Servicio Columbia. Las largas protuberancias en forma de varilla debajo de la cápsula de aterrizaje son sondas de detección de la superficie lunar.

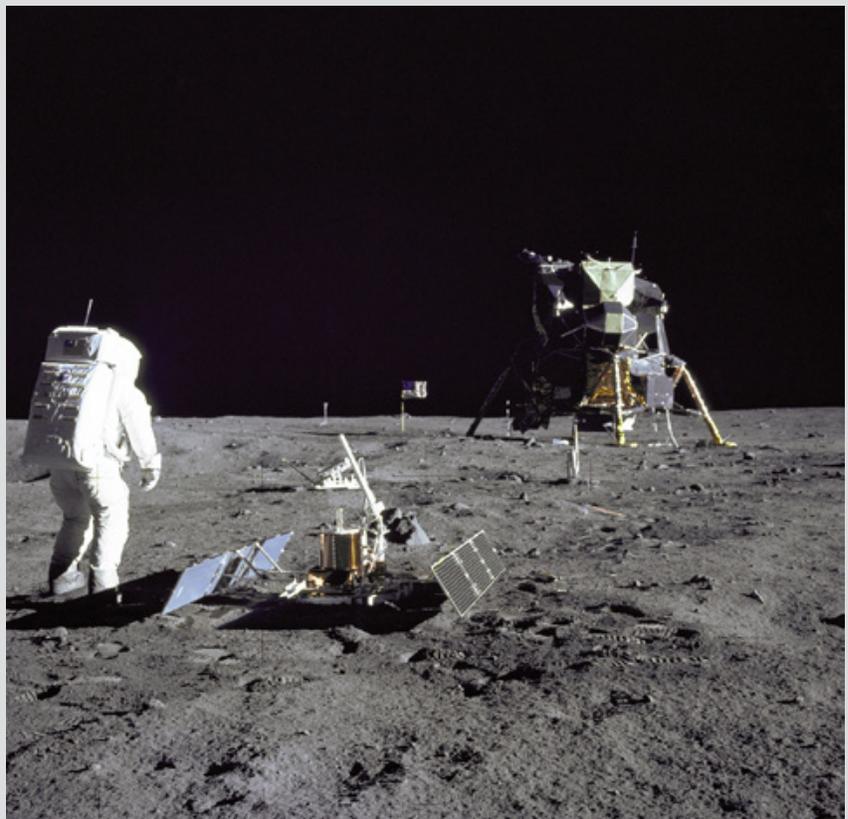


Captura del módulo lunar Águila en el Mar de la Tranquilidad con la sombra de Neil Armstrong. Se eligió esta área de la Luna porque era plana, carente de cráteres, montañas u obstáculos para las actividades de los astronautas.

Página izquierda: El astronauta Edwin Aldrin, piloto del módulo lunar de la misión Apolo 11, posa para una fotografía junto a la bandera de Estados Unidos desplegada durante la actividad extravehicular del 21 de julio de 1969. **Fotos:** Archivo histórico de la NASA.



Fotografía tomada a Edwin Aldrin mientras cargaba el paquete de experimentos sísmicos pasivos (mano izquierda) y el retroreflector de alineación láser (mano derecha). Ambos experimentos formaron parte del Paquete de Experimentos Científicos Apolo.



Edwin Aldrin al desplegar el Paquete de Experimentos Científicos Apolo.



A diferencia del lado que siempre vemos de la Luna que es relativamente suave, en el lado oculto su superficie es rugosa y llena de cráteres. La humanidad en la Tierra siempre observa la misma cara de la Luna debido a la rotación sincrónica entre ambos objetos celestes. **Foto:** Archivo histórico de la NASA.

La Luna

Jaime Sabines

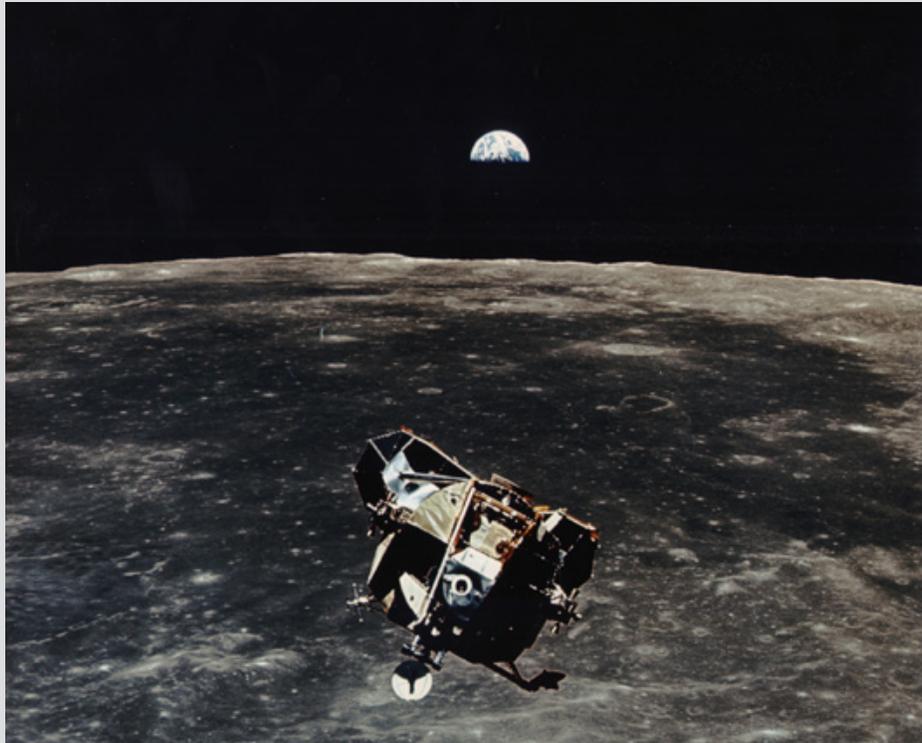
La luna se puede tomar a cucharadas
o como una cápsula cada dos horas.
Es buena como hipnótico y sedante
y también alivia
a los que se han intoxicado de filosofía.
Un pedazo de luna en el bolsillo
es mejor amuleto que la pata de conejo:
sirve para encontrar a quien se ama,
para ser rico sin que lo sepa nadie
y para alejar a los médicos y las clínicas.
Se puede dar de postre a los niños
cuando no se han dormido,
y unas gotas de luna en los ojos de los ancianos
ayudan a bien morir.

Pon una hoja tierna de la luna
debajo de tu almohada
y mirarás lo que quieras ver.
Lleva siempre un frasquito del aire de la luna
para cuando te ahogues,
y dale la llave de la luna
a los presos y a los desencantados.
Para los condenados a muerte
y para los condenados a vida
no hay mejor estimulante que la luna
en dosis precisas y controladas.

LE VOYAGE DANS LA LUNE



★ STAR FILM ★
Geo Méliès Paris



El módulo lunar Águila acercándose de regreso al Columbia.



Foto oficial de la tripulación del Apolo 11 con la firma de los astronautas. De izquierda a derecha, Neil Armstrong, comandante; Michael Collins, piloto del módulo de mando Columbia; y Edwin Aldrin, piloto del módulo lunar Águila.



En el océano Pacífico, a 1500 kilómetros al sudoeste de las islas Hawái, la tripulación del Apolo 11 fue recogida el 24 de julio de 1969 en un helicóptero del USS Hornet. Los hombres que los auxiliaron llevaban prendas de aislamiento biológico.



El presidente Richard M. Nixon visitó el área de recuperación donde se encontraba la tripulación en cuarentena para darles la bienvenida.



Como se ha venido registrando en años anteriores, en 2019 la participación femenina en el Verano es mayor, con 58.7%. Foto: Noemí Rodríguez González/AMC.

Comenzó el Verano de la Investigación Científica 2019

El 24 de junio inició la edición 29 del Verano de la Investigación Científica (VIC), programa de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) que encamina a jóvenes de licenciatura hacia el mundo de la investigación, al facilitar que realicen estancias de investigación durante siete semanas en verano en los mejores centros e instituciones del país, bajo la supervisión y guía de científicos que fungen como anfitriones.

Para la convocatoria de este año, se recibieron mil 459 solicitudes, y fueron aceptados 646 candidatos con el apoyo de la Secretaría de Educación Pública; el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; la Universidad Autónoma Metropolitana; y el Instituto Científico Pfizer, mientras que con fondos propios o apoyo institucional se aceptaron 787 estudiantes, sumando un total de mil 433 beneficiarios.

Como se ha venido registrando en años anteriores, en 2019 la participación femenina es mayor, 58.7%, mientras que la de hombres es de 41.3%. Los participantes son jóvenes de los 32 estados de la República, siendo Sinaloa la entidad con mayor número de jóvenes becados (13.5% de representatividad), seguida de Veracruz (8.2%), Puebla (7%), Tamaulipas (5.9%), Tabasco (5.7%) y Ciudad de México (5%).

Víctor Pérez Abreu, director del vic, comentó que el programa no considera el factor de género como elemento de selección; se da de manera natural una alta participación femenina, lo cual es una señal positiva. “Nos indica que es un talento que se sigue desarrollando y que si continúa en el posgrado y se logra incorporar al sector ciencia, tecnología e innovación en algún momento se podrá alcanzar la paridad de género en el sistema. Hay elementos para que así ocurra porque también hay una voluntad de los padres para que sus hijos se trasladen a otras ciudades, hay voluntad de los jóvenes por trabajar en equipo, etcétera”.

Para solicitar participar, los estudiantes deben tener promedio mínimo de 8.5 en el área de Ciencias Físico-Matemáticas (FM) y de 9.0 en Ingeniería, Biotecnología y Ciencias Agropecuarias (IBCA), Ciencias Sociales y Humanidades (CSYH) y Ciencias Biológicas, Biomédicas y Químicas (CBBYQ); no adeudar materias; ser alumno regular en una carrera con duración de al menos cuatro años y escribir un ensayo argumentativo en el que exponen los motivos por los cuales les interesa realizar una estancia del vic.

El ejercicio de proponer un proyecto de actualidad en el que los jóvenes formulan hipótesis, investigan la literatura reciente sobre el tema, toman muestras, experimentan, entre otras cosas, resulta formativo y contribuye a definir su vocación; en las encuestas que responden después de haber concluido su estancia y en el seguimiento que se les da, 70% de los participantes ha indicado que el vic les ha servido para elegir un posgrado, comentó el doctor Pérez Abreu.

“Es muy gratificante ver que hay investigadores que en el pasado fueron becados por el Verano, que son super entusiastas y ahora son anfitriones en un esfuerzo extra que es honorífico, pues en el verano las instituciones cierran y a pesar de eso, los colegas

y las instituciones permiten que los estudiantes realicen sus estancias”, destacó.

Este 2019, la áreas en las que se distribuyeron los jóvenes aceptados quedó como sigue: IBCA (29.3%), CSYH (28.2%), CBBYQ (28.3%) y FM (14.2%).

Vivir el vic permite a los jóvenes experimentar cómo funciona el mundo académico, por ejemplo, sus propuestas pasan por un comité de evaluación. “Desde temprana edad ven que es muy importante la evaluación entre colegas porque nos dan observaciones y crítica constructiva de los proyectos. Y es una aproximación a cómo funciona la ciencia porque cotidianamente los investigadores somos evaluados, cualquier solicitud, artículo científico o resultado debe presentarse ante la comunidad. Esto lo hemos implementado en el vic desde hace seis años”.

Algunos estudiantes han obtenido resultados de relevancia, al grado que terminan como coautores en artículos arbitrados por especialistas en determinada área e incluso presentando sus resultados en congresos nacionales.

“Algunos de los participantes nos han expresado que el vic les cambió la vida porque descubrieron algo nuevo que les abrió las puertas a trabajar con los mejores grupos de investigación del país, lo cual es extremadamente motivante. También hay quienes se dan cuenta con este programa que la investigación no es lo suyo y también eso es bueno”, señaló el doctor Víctor Pérez Abreu.

Algunos de los retos que apuntó el investigador del Centro de Investigación en Matemáticas sobre este programa, son que el vic 2019 concluya en agosto sin ningún contratiempo; y en el mediano y largo plazo, continuar con su perfeccionamiento a través de las evaluaciones, contar con más fuentes de financiamiento y garantizar su continuidad, además de aumentar la participación de estados con poca asistencia. Luz Olivia Badillo.



Bienvenida del curso-taller de certificación “Pedagogías para el desarrollo de habilidades del siglo XXI y metodologías STEM”, en el auditorio Galileo Galilei, de la AMC, el 22 de junio. Foto: Elizabeth Ruiz/AMC.

Forman a educadores con herramientas y habilidades del siglo XXI

El British Council México y la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), a través de su programa La Ciencia en Tu Escuela (LCE), iniciaron el curso-taller de certificación “Pedagogías para el desarrollo de habilidades del siglo XXI y metodologías STEM”, en el auditorio Galileo Galilei de la AMC.

Profesores, asesores y académicos que han participado en LCE, así como maestros pertenecientes a la Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación (DGESPE-SEP) —institución con la cual la Academia está participando en la elaboración de los Planes de Estudios 2018 de las licenciaturas en Enseñanza y Aprendizaje de la Biología, Física, Química, Geografía y Matemáticas— iniciaron el 22 de junio este curso-taller, en la primera de dos fases. La actividad se continuó el 29 de junio y concluirá el 6 de julio en las instalaciones de El Colegio Madrid.

Carmen Villavicencio, coordinadora de LCE a distancia, ofreció palabras de bienvenida a los participantes de esta actividad y aprovechó para anunciar que este año el programa a distancia cumple una década. “Tener este evento es un orgullo para nosotros, este curso-taller es un esfuerzo conjunto para impulsar la educación en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) y la habilidad desarrollada por el programa Core Skills para fomentar un pensamiento crítico y resolución de problemas”.

Comentó que los participantes obtendrán habilidades con las cuales serán capaces de planear e implementar proyectos curriculares y extracurriculares y que desarrollen la capacidad crítica de sus alumnos, lo cual eventualmente reeditarán en un país con personas más críticas y mejor preparadas.

En su oportunidad, Iveth Pompa, directora de educación en el British Council, la organización internacional del Reino Unido que trabaja en más de cien países, dijo que la representación en el país ha trabajado por más de 76 años. “Uno de los objetivos de British Council es apoyar el acceso equitativo a una educación de calidad, por ello, estamos contentos de cooperar con la Academia Mexicana de Ciencias, institución con la que establecimos alianza en el año 2015”.

Recordó que expertos británicos impartieron talleres a 75 profesores mexicanos egresados del programa LCE, en el seminario internacional “Un enfoque interdisciplinario en la enseñanza de las ciencias bajo la metodología STEM”.

Con la certificación del curso-taller, el British Council México y la AMC buscan contribuir a la profesionalización de los profesores para lograr la integración de las prácticas STEM en el aula, conscientes de que son los docentes los que pueden favorecer la renovación de los ambientes de aprendizaje, propiciar un aprendizaje colaborativo, activo, autorregulado y dirigido a metas, que permita formar aprendices activos, creativos e interesados en los contenidos.

El sistema, de enfoque interdisciplinario, transdisciplinario e integrador, es originario de Reino Unido y busca desarrollar en los estudiantes mexicanos las habilidades clave que les permitan desenvolverse exitosamente en el siglo XXI.

Los 80 profesores que participan en el curso-taller de certificación podrán manejar las llamadas habilidades del siglo XXI, mismas que serán útiles cuando los estudiantes entren al mercado laboral, incluyendo formas de enseñarlas y evaluarlas. Asimismo, conocerán las metodologías STEM y la forma en que se insertan en la educación formal.

Este curso-taller es asesorado por consultores especializados del British Council. El programa



Los participantes del curso-taller obtendrán habilidades con las cuales serán capaces de planear e implementar proyectos curriculares y extracurriculares que desarrollen la capacidad crítica de los alumnos. Foto: Elizabeth Ruiz/AMC.

global de desarrollo de habilidades del siglo XXI ha sido desarrollado por expertos británicos con base en el marco de pedagogías profundas, en las habilidades transversales de la UNESCO, y están diseñados con el objeto de proporcionar nuevos enfoques y técnicas interactivas para sus planes de estudio.

Al término de las sesiones, los participantes que cumplan con todos los requisitos recibirán un certificado del British Council México y la Academia Mexicana de Ciencias que avalará los conocimientos adquiridos. Elizabeth Ruiz Jaimes.



Eduardo Limón, jefe del departamento de Relaciones Públicas del Fondo de Cultura Económica; Valeria Sánchez, coordinadora nacional de la Olimpiada Mexicana de Historia; José Luis Morán, presidente de la AMC, y Gabriela Pulido, directora general de la Coordinación de la Memoria Histórica y Cultural de México con los ganadores del primer lugar de la OMH. Foto: Elizabeth Ruiz/AMC.

Se llevó a cabo la XIII Olimpiada Mexicana de Historia

Del 23 al 26 de junio se llevó a cabo la etapa nacional de la 13ª Olimpiada Mexicana de Historia (OMH) con sede en la Ciudad de México. Asistieron a esta competencia 82 estudiantes menores de 17 años provenientes de diez estados del país (Chihuahua, Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Tamaulipas y Zacatecas).

Resultaron ganadores de este programa de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) Mariana Morales y América Gómez, ambas de Puebla; Daniela de la Fuente de Sinaloa, Fátima Salazar de Nuevo León y Sergio Franco de Oaxaca.

Durante la ceremonia de premiación el 26 de junio, José Luis Morán López, presidente de la AMC, destacó que en la primera etapa de la OMH se inscribieron cerca de 140 mil estudiantes, en la segunda aproximadamente 7 mil y que finalmente a la etapa final nacional llegaron 42 mujeres y 40 hombres.

Añadió que este año, las temáticas de la Olimpiada Mexicana de Historia se centraron en dos acontecimientos históricos de suma importancia en nuestro país: el 100 aniversario

luctuoso de Emiliano Zapata y los 500 años del inicio del proceso de la Conquista, temas que todos los mexicanos debemos conocer.

Señaló que en la Academia existen programas para que los jóvenes se involucren en la ciencia y en la investigación en todas las áreas del conocimiento, “y esfuerzos como éste representan una semilla”.

Además, Morán López destacó el papel de los delegados estatales para la realización de este certamen, y agradeció el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

La coordinadora nacional de la OMH, Valeria Sánchez Michel, resaltó que la Olimpiada significa “poder hablar de la importancia de conocer el pasado de nuestro país, porque la historia no sólo da identidad, también nos permite desarrollar nuestro pensamiento crítico”.

Acerca de las pruebas que los estudiantes tuvieron que presentar en estos días de competencia, la doctora Sánchez Michel explicó que parte del primer examen consistió en ver el documental *Los últimos zapatistas* y después contestar una serie de preguntas acerca del mismo. Mientras que para el segundo examen los participantes tuvieron que escribir un texto de difusión acerca de la Malinche; los cinco mejores textos van a ser publicados en la revista *Arqueología Mexicana*.

En lo que respecta a su experiencia en este concurso, Sergio Franco de 17 años (Oaxaca), comentó que tras tres intentos por llegar a esta etapa nacional se sentía muy emocionado de haber obtenido uno de los primeros lugares. “Desde que era pequeño me gustaba escuchar acerca de los griegos, ya que me interesaba entender cómo eran las sociedades antiguas y cómo han evolucionado. Después de entrar en la OMH, la historia de México se ha vuelto uno de mis temas favoritos, porque es importante saber de dónde venimos”.

Para América Gómez de 17 años (Puebla), esta ha sido una experiencia interesante, aunque los exámenes le parecieron difíciles porque incluían dar una visión personal de la historia. La joven agregó que desde siempre le ha gustado la historia y que ha decidido dedicarse a ella de manera profesional, “el tema que me atrae de manera especial son las revoluciones en el mundo y ahora que regrese a mi estado seguiré tratando de convencer a mis compañeros y a la gente que me rodea de que la historia es importante, porque es lo que nos conforma”.

Además de los cinco ganadores de primer lugar, también se reconoció a cinco ganadores de segundo lugar y diez de tercer lugar.

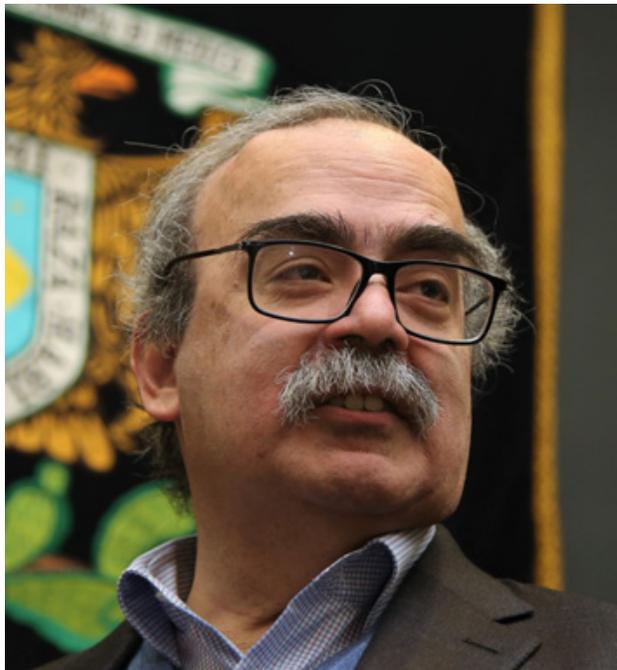
Además de Valeria Sánchez y José Luis Morán, estuvieron presentes en la mesa de honor Gabriela Pulido, directora general de la Coordinación de la Memoria Histórica y Cultural de México y Eduardo Limón, jefe del departamento de Relaciones Públicas del Fondo de Cultura Económica.

La OMH —concurso que tiene como principal objetivo incentivar el interés por la historia y por el conocimiento histórico— se llevó a cabo por primera vez en 2006, y se mantiene vigente gracias al trabajo voluntario de los delegados y del comité académico, integrado por Soledad Loaeza Tovar, investigadora de El Colegio de México y fundadora del concurso; Alfredo Ávila Rueda e Iván Escamilla González del Instituto de Investigaciones Históricas (IIH) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Erik Velázquez García, del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM; Clementina Battcock, de la Dirección de Estudios Históricos del Instituto Nacional de Antropología e Historia; Andrea Rodríguez Tapia e Iliana Quintanar Zárate de El Colegio de México, y Berenise Bravo Rubio de Escuela Nacional de Antropología e Historia. Noemí Rodríguez González.



Confiere la UNAM 10 doctorados *honoris causa*

En sesión extraordinaria, el Consejo Universitario de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), aprobó el pasado 14 de junio otorgar el grado de doctor *honoris causa* a 10 personajes nacionales y extranjeros con méritos excepcionales, que con sus contribuciones a la pedagogía, las artes, las letras y las ciencias han ayudado a mejorar las condiciones de vida y el bienestar de la humanidad. Ellos son Alicia Bárcena Ibarra, Julia Carabias Lillo, Rolando Cordera Campos, Donald Bruce Dingwell, Vincenzo Ferrari, Alejandro González Iñárritu, Sandra Moore Faber, José Antonio de la Peña, María Elena Medina-Mora Icaza y Roberto Meli Piralla; los tres últimos integrantes de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), de quienes se presenta una breve semblanza:



José Antonio de la Peña Mena

Es uno de los matemáticos mexicanos más reconocidos en el ámbito internacional. Cursó licenciatura, maestría y doctorado en la UNAM y posteriormente se integró como investigador del Instituto de Matemáticas, el cual dirigió de 1998 a 2006.

El miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y miembro de El Colegio Nacional, se especializa en la teoría de las representaciones de álgebras, área en la que ha publicado más de cien artículos de investigación, y cuenta con más de dos mil 600 citas. Su trabajo ha destacado por contribuir a la comprensión de las álgebras mansas y la estructura de las categorías de módulos asociados por medio de las formas cuadráticas.

Ha sido profesor invitado en numerosas universidades e impartido conferencias, seminarios, coloquios y talleres en más de 20 países. Fue presidente de la Sociedad Matemática Mexicana (1988-1990), del Consejo Ejecutivo de la Unión Matemática de América Latina y el Caribe (2001-2008) y de la

Academia Mexicana de Ciencias (2002-2003). Asimismo, fue el primer coordinador general del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2002-2004), y director adjunto de Desarrollo Científico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2007-2011).

Entre las distinciones que ha recibido se encuentran el Reconocimiento Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos (1991); el Premio de Investigación para científicos jóvenes de la Academia Mexicana de Ciencias (1994); el Premio TWAS de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo (2002); el Premio Nacional de Ciencias y Artes del gobierno de la República (2005); y el Premio Humboldt (2006), otorgado por la Fundación Humboldt de Alemania.

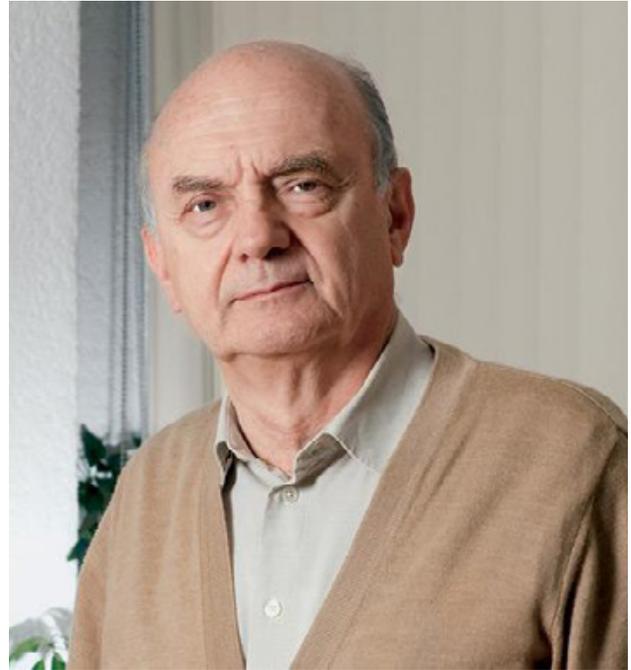


María Elena Medina-Mora Icaza

Es doctora en Psicología Social por la UNAM y actualmente coordina el Centro de Investigación en Salud Mental Global en el Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz (INPRF). Es investigadora emérita del SNI y de la Comisión Coordinadora de Institutos Nacionales de Salud y Hospitales de Alta Especialidad, así como miembro de El Colegio Nacional.

Su trabajo de investigación lo ha realizado en el INPRF, del que fue directora general. Ha estudiado los aspectos metodológicos, psicosociales y epidemiológicos relacionados con las adicciones y la salud mental. Su principal enfoque se da en la intersección entre la psicología clínica y la social, la investigación transcultural y en las posibilidades que ofrecen las ciencias de la conducta y el modelo de salud pública para analizar el tema de las drogas, de la salud mental y de las políticas públicas en estos campos.

Ha publicado más de 411 artículos en revistas, 226 capítulos de libros y 27 libros y manuales. Tiene más de 20 mil 398 citas en el índice Scopus.



Roberto Meli Piralla

Nació en Roma, Italia, y llegó a México después de terminar sus estudios en el nivel medio superior. Ingresó a la UNAM donde cursó la carrera de ingeniero civil y se enfocó a la ingeniería estructural. Posteriormente se incorporó al Instituto de Ingeniería.

Sus primeras investigaciones se concentraron en temas de estructuras de concreto. Luego, se interesó en el mejoramiento de las viviendas que fundan su seguridad en muros de mampostería. Tras los sismos de 1985 en la Ciudad de México, coordinó a investigadores y estudiantes para identificar los factores determinantes en las fallas de los edificios. Además, ha participado en la actualización de normas de construcción de edificios, en particular las relacionadas con la seguridad ante sismos.

El investigador emérito de la UNAM coadyuvó en la creación del Centro Nacional de Prevención de Desastres, del cual fue director general. Es miembro del SNI, Premio Nacional de Ciencias y Artes y ha sido parte de misiones científicas de la OEA, la UNESCO y el Banco Mundial. Con información de Gaceta UNAM.



Juan Ángel Rivera Dommarco, director general del Instituto Nacional de Salud Pública e integrante de la Academia Mexicana de Ciencias. Foto: cortesía del investigador.

Reconocen la trayectoria de Juan Ángel Rivera Dommarco, estudioso del estado nutricional de la población mexicana

La desnutrición y las deficiencias de nutrientes durante el primer período de la vida aumentan los riesgos de enfermedad y muerte de los niños, así como de retardo del crecimiento y desarrollo cognitivo, y el incremento del riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles en la edad adulta, dijo el doctor Juan Ángel Rivera Dommarco, director general del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP).

Las dietas no saludables son el principal factor de riesgo de obesidad y enfermedades crónicas no transmisibles en niños y adultos. Se estima que alrededor de 10% de la carga de enfermedad en México es atribuible a este tipo de alimentación. Además, la obesidad es uno de los factores de riesgo de las enfermedades crónicas no transmisibles, las cuales se han convertido en las principales causas de muerte en México, por ejemplo, la diabetes, continuó el integrante de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC).

El investigador mencionó que los principales problemas nutricionales en nuestro país son el sobrepeso, la obesidad y las enfermedades metabólicas que resultan de dietas no saludables, las cuales presentan altas prevalencias en todos los grupos de edad, áreas geográficas y niveles socioeconómicos; aunque, señaló, persisten las deficiencias de micronutrientes (vitaminas y minerales), especialmente en niños menores de cinco

años, mujeres en edad fértil y personas en la tercera edad, así como la desnutrición infantil, particularmente en hogares en condiciones de pobreza.

El doctor en Nutrición Internacional por la Universidad de Cornell, Nueva York, ha dedicado su trabajo de investigación a conocer la magnitud, distribución y tendencias de los problemas de mala nutrición en todas sus formas (tanto desnutrición como obesidad), y sus factores determinantes.

También ha trabajado en el diseño y prueba a pequeña escala de acciones para la prevención de estas condiciones y en apoyar al gobierno en el diseño e implementación de políticas y programas a gran escala para la prevención y control de la mala nutrición. Así, “para responder a nuestras hipótesis hemos utilizado diferentes diseños de estudios incluyendo encuestas y estudios transversales, estudios de cohorte y estudios experimentales”, dijo Rivera Dommarco.

Participó, por ejemplo, en la evaluación de las políticas y programas gubernamentales dirigidos a eliminar los problemas de mala nutrición y tuvo la oportunidad de coordinar a un grupo multidisciplinario de investigadores del INSP y otros Institutos Nacionales de Salud, de la UNAM y de la Academia Nacional de Medicina que llevó a la publicación de un documento de postura en relación a la prevención de obesidad en 2012 y que fue utilizado para el diseño de varias acciones preventivas.

La segunda edición se publicó el año pasado, mencionó Rivera Dommarco. “Con base en dicho documento, el secretario de Salud ha creado un grupo intersectorial dirigido a la creación de un sistema alimentario saludable, sostenible y justo”.

Acerca de la evaluación del estado nutricional de la población, el investigador señaló que se utilizan varios indicadores, que se construyen con diversas mediciones, incluyendo las medidas antropométricas (peso, estatura, circunferencias corporales), medidas de la composición corporal (masa grasa y masa magra), así como a través de varias metodologías, entre ellas antropometría, impedancia bioeléctrica o absorciometría dual por rayos X, estado de micronutrientes (vitaminas y minerales) y estudios dietéticos. Además, para estudiar la magnitud y ten-

dencia de la mala nutrición y sus determinantes en el ámbito nacional, “hemos requerido de encuestas nacionales, en las que el reto es el tamaño y la dispersión de esa población en todos los rincones del país y la cantidad de recursos necesarios, los cuales no ha sido fácil obtener”.

Las Encuestas Nacionales de Nutrición, que realiza el INSP, nos permiten estudiar la magnitud, distribución y tendencias del estado de nutrición de la población y de sus determinantes. Nos brindan información de tres décadas, lo que permite monitorear la situación nutricional de la población y diseñar acciones dirigidas a mejorar dicha situación y a prevenir la mala nutrición en todas sus formas, destacó el investigador, quien fue ganador del Premio Carlos Slim en Salud 2019, en la categoría de Trayectoria en Investigación.

“Fueron dichas encuestas las que nos alertaron sobre el aumento de la obesidad, lo que ha generado conciencia en México sobre la gravedad de este problema y sus efectos, y que han llevado al debate público el tema de las políticas que se requieren. Esto se ha traducido en acciones de política pública que actualmente son evaluadas, rediseñadas o ratificadas con base en la evidencia generada”.

El doctor Juan Ángel Rivera Dommarco ha producido alrededor de 400 comunicaciones científicas, ha participado como editor o autor de 56 libros, y como autor o coautor de 112 capítulos de libros y de 10 trabajos de divulgación. También, ha hecho más de 500 presentaciones en eventos científicos nacionales e internacionales.

La ceremonia de entrega del Premio Carlos Slim en Salud 2019 se realizó el pasado 12 de junio en las instalaciones del Museo Soumaya. En la misma categoría de Trayectoria en Investigación fue reconocido el investigador emérito del CINVESTAV y expresidente de la AMC, Adolfo Martínez Palomo (reseña incluida en el *Boletín* de junio 2019), mientras que en la categoría de Institución Excepcional se galardonó al Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud de Panamá. Para esta XII edición del premio se recibieron 108 nominaciones en ambas categorías de 15 países. Noemí Rodríguez González.



Cecilia Noguez, directora del Instituto de Física de la UNAM para el periodo 2019-2023. Foto: Elizabeth Ruiz/AMC.

Uno de los retos del IFUNAM: crear proyectos más ambiciosos alrededor de problemas complejos

Para la doctora Cecilia Noguez, directora del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (IFUNAM), la investigación en física es la piedra angular de la innovación y el desarrollo tecnológico, esto en vista de que los físicos se dedican a estudiar la naturaleza —cómo funciona y cuáles son sus propiedades— y a partir de ello pueden crear dispositivos con características que no existen en la naturaleza.

La también integrante de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), quien se ha dedicado a analizar las propiedades físicas de sistemas nanométricos, en particular, de cómo responden sus propiedades físicas ante la luz en función de su morfología y su composición atómica, entre otras características, mencionó en que para ella ser la primera directora del IFUNAM es un gran honor, “porque es una institución con 80 años de antigüedad, con gran tradición, en donde trabajan personas que han tenido muchos reconocimientos nacionales e internacionales, como los Premios Princesa de Asturias”.

Agregó que es el instituto de la investigación científica que más investigadores tiene en la UNAM y además cuenta con una amplia gama de líneas de investigación en física básica y aplicada, agrupadas en cuatro grandes áreas de conocimiento, con 25 áreas temáticas y cada una de estas con al menos cinco líneas de investigación, que van desde el estudio de los fundamentos de la mecánica cuántica, hasta estudios relacionados con las aplicaciones médicas del ultrasonido.

El Instituto cuenta con cuatro Laboratorios Nacionales: el Laboratorio de Espectrometría de Masas con Aceleradores, el Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y la Conservación del Patrimonio Cultural, el Laboratorio Nacional High Altitude Water Cherenkov y el Laboratorio Nacional de Materia Cuántica. Representan alrededor de 15% del total de este tipo en la UNAM, lo que reafirma el liderazgo del IF.

Es así que para dirigir este instituto se requiere de sensibilidad, además de amplio criterio para que todos encajemos y vayamos hacia adelante, mencionó Noguez quien admitió sentir una gran responsabilidad al ser la primera directora del IFUNAM, “porque probablemente hay una expectativa adicional, pero trataré de hacer el mejor papel que se pueda hacer”.

Y en este sentido, para la doctora que encuentra en la física una oportunidad de intercambiar ideas entre personas distintas que trabajan en temas de los que faltan aspectos por entender, optar por la diversidad de ideas es uno de los ejes esenciales en su programa de trabajo para el periodo 2019-2023.

“Todos tenemos historias diferentes, vemos el mundo de diversas maneras y eso contribuye a sumar, la diversidad tiene que estar presente en la ciencia, de lo contrario nos estamos perdiendo de mucho, en especial porque nadie tiene la verdad absoluta”. Resaltó que en el instituto que encabeza desde el pasado 21 de mayo, cuando tomó protesta del cargo, 20% del personal son mujeres, y que siguen representando una minoría. “Aunque la ciencia es universal no tenemos el panorama completo porque nos falta el punto de vista de más mujeres”.

Retos desde el IFUNAM

Desde el Instituto de Física se han hecho muchas aportaciones al conocimiento universal siendo más visibles las de carácter teórico ya que requiere de menos inversión, esto significa que nuestros investigadores están muy bien preparados y que hay mucho talento. Ahora lo que hace falta es que esa misma visibilidad aumente en la parte experimental, y contar con laboratorios en los que se diseñen experimentos a partir de ideas, pero esto requiere de una inversión más fuerte y de más tiempo, señaló la ganadora del Premio Nacional de Ciencias 2016, y Doctora *honoris causa* por la Universidad Autónoma del Estado de México en 2018.

“Dada la riqueza de temas de investigación que existen en el instituto podemos buscar participar en proyectos multi o interdisciplinarios. Para ello tenemos que tomar en cuenta la forma en la que actualmente opera la ciencia a nivel mundial y que los problemas se han vuelto más complejos. Ahora también tenemos que entender procesos biológicos, de movilidad o de comunicación, entre otros”.

Uno de los retos es poder crear proyectos más ambiciosos alrededor de problemas complejos y que podamos hablar entre todos. Las leyes de la física son universales, y debemos tener como mira el panorama internacional para medirnos e ir hacia adelante tratando de ser referentes en diferentes áreas. “También tenemos que salir más a la sociedad y estar en contacto con el sector productivo y el gubernamental, es decir ofrecerles desde el IFUNAM información y soluciones que les interesen”.

La doctora Cecilia Noguez es autora o coautora de artículos publicados en diversas revistas especializadas; ha impartido más de 190 conferencias en congresos, universidades y centros de investigación en Europa, Estados Unidos, Canadá, América Latina, Australia, China y México. Ha participado en la difusión de la física para impulsar las vocaciones científicas entre niñas y jóvenes de nuestro país; es editora asociada de revistas científicas internacionales, de la revista de divulgación *Ciencia de la AMC* y ha sido miembro de las comisiones de premios de esta asociación. Noemí Rodríguez González.



Descubren un compuesto en el veneno de alacrán para combatir la tuberculosis

Investigadores de la Universidad de Stanford, del Instituto de Biotecnología (IBT) de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Instituto Nacional de Ciencias de la Salud y Nutrición Salvador Zubirán, han descubierto que el veneno de especímenes del alacrán *Diplocentrus melici*, que se encuentra en casi todo el país y que no es mortal para el ser humano, también contiene dos compuestos que cambian de color y que podrían ayudar a combatir bacterias resistentes causantes de la tuberculosis e infecciones causadas por estafilococos.

“Este hallazgo es un trabajo multidisciplinario que requirió poco más de dos años. Mi grupo trabajó con la parte bioquímica y toda la parte biológica preliminar, es decir, el aislamiento y caracterización del componente. La parte química fue hecha en la Universidad de Stanford, así como la determinación de la estructura y el desarrollo de una estrategia que permitió hacer químicamente el producto. Un antibiótico que hoy ya sabemos cómo sintetizarlo, cómo hacerlo”, dijo en entrevista el investigador adscrito al IBT, Lourival Domingos Possani Postay.

El también integrante de la Academia Mexicana de Ciencias agregó que la colaboración del doctor Rogelio Hernández Pando fue muy importante, un patólogo del Instituto Nacional de Ciencias de la Salud y Nutrición Salvador Zubirán: “él tiene permiso para trabajar con la bacteria de tuberculosis y su grupo probó la actividad biológica de compuestos fabricados en el laboratorio”.

El descubrimiento

“La recolección de esta especie de escorpión es difícil porque durante el invierno y las estaciones secas, el escorpión está enterrado. Sólo podemos encontrarlo en la temporada de lluvias”, dijo.

Durante los últimos 45 años, Possani Postay, biólogo, biofísico, investigador, catedrático y académico brasileño naturalizado mexicano, se ha centrado en la identificación de compuestos con potencial farmacológico en el veneno de alacrán. Su

grupo ha descubierto previamente potentes antibióticos, insecticidas y agentes antipalúdicos ocultos en el veneno del arácnido.

Cuando ordeñamos el veneno de *D. melici*, un proceso que consiste en estimular la cola con leves pulsos eléctricos, notamos que el veneno cambiaba de color, de claro a marrón cuando se exponía al aire, eso nos dio curiosidad. “Investigamos este cambio de color inusual y encontramos dos compuestos químicos que creímos eran los responsables. Uno de los compuestos se volvió rojo cuando se expuso al aire, mientras que el otro se volvió azul”, narró.

Para obtener más información sobre cada compuesto, Possani Postay se acercó al grupo de Richard Zare en la Universidad de Stanford, que tiene la reputación de identificar y sintetizar sustancias químicas. Usando una pequeña muestra del veneno, de 0.5 microlitros del veneno, los científicos de Stanford concluyeron que los ingredientes que cambian de color en el veneno eran dos benzoquinonas previamente desconocidas, una clase de moléculas de tipo anillo que se sabe que tienen propiedades antimicrobianas.

Gracias a un trabajo conjunto, el grupo de investigadores no sólo aisló los compuestos en el veneno del alacrán, sino que también los sintetizó en el laboratorio y verificó que las versiones fabricadas mataron a estafilococos y bacterias resistentes a medicamentos en muestras de tejido y en ratones.

Los hallazgos, publicados el 10 de junio en la revista *Proceedings* de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, destacan los potenciales tesoros farmacológicos que esperan ser descubiertos en las toxinas de los alacranes, serpientes, caracoles y otras criaturas venenosas.

“Por volumen, el veneno de alacrán es uno de los materiales más preciosos del mundo. Costaría 39 millones de dólares producir un galón”, declaró a *Stanford News* Richard Zare, quien dirigió el grupo de Stanford. “Si dependiera únicamente de estos escorpiones para producirlo, nadie podría permitir-

selo, por lo que es importante identificar cuáles son los ingredientes críticos y poder sintetizarlos”.

Trabajo binacional

El grupo de Stanford confirmó las estructuras de los compuestos cuando, a través de muchas pruebas y errores, aprendieron a sintetizarlos. El estudio del efecto de la benzoquinona de color rojo en estafilococos fue hecho en el laboratorio del doctor Possani, en el IBT, donde encontraron que era particularmente eficaz para matar a estas bacterias altamente infecciosas. El estudio con el colorante azul lo realizó Hernández Pando, quien corroboró que era letal para las cepas normales y resistentes a múltiples fármacos de las bacterias causantes de la tuberculosis.

“Estos hallazgos son resultado del que es probablemente uno de los trabajos más importantes que mi grupo ha podido hacer en estos 45 años de investigación sobre el veneno de los alacranes. Yo creo que la parte más importante del hallazgo es que puede ser utilizado para el tratamiento de la tuberculosis, la enfermedad infecciosa más letal del mundo”. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud cada día mueren casi 4,500 personas a causa de esta enfermedad.

Adelantó que los hallazgos ya se encuentran protegidos con una patente tipo PCT, que permite buscar protección para una invención en muchos países al

mismo tiempo, en este caso para las tres instituciones involucradas, mediante la presentación de una solicitud internacional de patente.

Lo que viene, comentó, es ver si este producto tiene un efecto sinérgico con los antibióticos que se usan para el tratamiento de tuberculosis. Una persona con esta enfermedad tiene que ser tratada con cuatro antibióticos diferentes durante seis meses, pero como esto les genera muchos efectos secundarios, muchas veces las personas lo abandonan, lo cual ha generado casos con resistencia a antibióticos y entonces hay que tratar pacientes con ocho antibióticos durante dos años.

“Nosotros esperamos que los compuestos, sintetizados y reportados, se puedan mezclar con los antibióticos con los que se trata la tuberculosis, tratar de acortar el tiempo de tratamiento y con ello los pacientes no desistan. Para esto necesitamos que alguna compañía farmacéutica se interese en hacer las pruebas clínicas y recorra el camino necesario para beneficio de la salud humana”.

Por lo pronto, los científicos de Stanford y México están planeando nuevas colaboraciones para ampliar el uso de los componentes del veneno de alacrán. Pero también buscan entender la evolución de este arácnido y por qué este tipo de compuestos que cambian de color están presentes en ellos. Elizabeth Ruiz Jaimes.



El veneno de especímenes del alacrán *Diplocentrus melici* contiene dos compuestos que podrían ayudar a combatir estafilococos y bacterias resistentes que causan la tuberculosis. Foto: Biól. Pablo Berea Núñez.



Los restos óseos cuentan la historia de la civilización maya

Huellas del pasado prehistórico remoto, prehispánico, el descubrimiento de América, la Colonia, de los siglos XVIII y XIX, y el estilo de vida contemporáneo, están impresas en los restos óseos de las personas que habitaron el área maya; su historia se puede interpretar por las particularidades esqueléticas y signos patológicos que se pueden apreciar a simple vista, y otros con el análisis microscópico y molecular.

Vera Tiesler, coordinadora del Laboratorio de Bioarqueología e Histología de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), ha compilado una base de datos de más de 12,000 entierros de los cuales 6,600 los han trabajado directamente ella y sus colegas. En su laboratorio resguarda los restos de más de 2,000 individuos de distintas épocas.

Introdujo la bioarqueología mayista a México en la década de 1990, una línea de trabajo que ya existía en Estados Unidos y que ella adaptó al contexto de Mesoamérica. “Es una aproximación más humana a nuestro pasado al ser directamente el cuerpo el que nos comunica sobre el estilo de vida, enfermedad y muerte de un individuo en sociedad. Me interesó siempre el aspecto cultural y social sin minimizar la biología, que no se puede ver aisladamente. No existe el uno sin el otro”.

Algunos hallazgos relevantes de los restos óseos de los antiguos pobladores mayas que han revelado estudios isotópicos de estroncio, nitrógeno, carbono y oxígeno presente en las osamentas, desde el punto de vista de la integrante de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), son que la migración, y el consecuente intercambio cultural, eran más comunes de lo que se creía.

Desde antes del auge de Chichén Itzá y la construcción del juego de pelota, se han encontrado en el área evidencias de plataformas de cabezas en exhibición, conocidas como tzompantli, cuya existencia temprana la doctora Tiesler confirmó con el registro de numerosos cráneos perforados y excavados debajo de El Caracol (el centro astronómico de Chichén) y otros más, que se habían arrojado al Cenote Sagrado.

“Es un claro ejemplo del intercambio cultural y el contacto que existía entre el Altiplano Central de Mesoamérica y Yucatán, quizá mediado por el Istmo y las culturas pacíficas y veracruzanas. La caída de Teotihuacán y el surgimiento de culturas epiclásicas también impactó en el área maya; el colapso de las hegemonías peteneras conllevó ahí a un cambio y un aumento en violencia ritual y de sacrificios humanos”.

En colaboración con la Universidad de Wisconsin han analizado la procedencia de unos mil individuos, descubriendo que las poblaciones “fueron en su mayoría muy móviles en cuanto a la residencia, las cerámicas líticas no viajaban solas. Aprendimos que la migración aumentó en el periodo Clásico —del año 250 al 900 después de Cristo (d.C.)— a lo largo de la costa, sobre todo hacia Veracruz, y en el Postclásico —del año 900 al 1521 d.C.—. Encontramos que, en el caso de Chichén Itzá, algunos venían desde lo que hoy es el oeste de Honduras y otros más del Altiplano mexicano, lo que hoy es Tula o Cholula. Es una movilidad que antes no se estimaba en esta envergadura”, destacó.

La deformación cefálica es otra de las prácticas documentadas. Los pobladores mayas del Clásico optaban por modelar la cabeza de sus bebés de una u otra forma, de acuerdo con la región donde vivían y qué lengua hablaban. Con los perfiles isotópicos de los dientes, que representan las condiciones del lugar donde se desarrollaban durante la infancia, se ha podido inferir su residencia de origen y en ocasiones hasta especular sobre la edad en la que migraban.

Un trabajo que está por publicar la doctora Tiesler con sus colegas, es la evidencia de distintas metodologías de extracción de corazón durante los rituales de sacrificio humano. Una técnica ya descrita en la iconografía maya era cuando se abría la caja torácica desde abajo y a través del diafragma se extraía al órgano aún palpitando, una forma ritual entre los nativos mayas y mesoamericanos para vigorizar el cosmos y alimentar a los dioses.

No obstante, en Champotón, Campeche, se encontraron restos óseos con el esternón cortado horizontalmente, no debajo, sino a través de la caja torácica entre los pezones. Estos individuos datan del Postclásico y aunque articulados, habían sido desollados y descarnados; les acompañaban pares de manos y pies cortados, “lo cual nos habla del alto grado de procesamiento póstumo de las víctimas y su probable dedicación a una entidad sacra afín a Xipe Tótec, una deidad que también adoraban los mexicas”.

“Estoy codirigiendo la tesis de una alumna que documenta cientos de esternones cortados en otro contexto sacrificial, ubicado en Chiapas. Y otros hallazgos, incluso más allá del marco Mesoamericano que hablan de un procedimiento análogo”, agregó la especialista más importante en el mundo de restos antiguos mayas.

Respecto a los huesos contemporáneos, “hemos trabajado con 230 individuos que fallecieron alrededor del año 2000 —del cementerio actual de Xoclán, en Yucatán— y cuyos restos manifiestan un auge dramático en inflamaciones, amputaciones, necrosis por diabetes, aspectos que no se ven en cuerpos de la misma edad de la época prehispánica, colonial ni entre aquellos que vivieron y murieron en las postimerías de la Guerra de Castas. Tal parece que en el área maya, la población vive hasta edades avanzadas gracias a los medicamentos e intervenciones quirúrgicas pero no por un estilo de vida sano”.

Originaria de Frankfurt, Alemania, Vera Tiesler se encontraba estudiando la licenciatura en historia del arte en la Universidad de Tulane, en donde aprendió del arte prehispánico en Mesoamérica, lo que le motivó a conocer México cuando tenía 19 años “y aquí me hallé”, dijo en entrevista.

Todavía estudió tres años de medicina en su país natal y en 1988 se incorporó al Instituto Politécnico Nacional para concluir la carrera. Al mismo tiempo estudió la licenciatura y maestría en arqueología en la Escuela Nacional de Antropología e Historia y en 1999 concluyó el doctorado en antropología en la UNAM bajo la dirección de la doctora Linda Manzanilla Naim, miembro de El Colegio Nacional y de la AMC.

Ha realizado los exámenes forenses de antiguos gobernadores mayas como Janaab’ Pakal “el Grande”



Vera Tiesler contribuyó a realizar el examen forense del individuo nombrado Naia, una adolescente que falleció hace 13,000 años, que presentaba en pelvis rasgos de haber tenido uno o más partos. Foto: Pilar Luna. Archivo SAS/INAH.

y la Reina Roja del Templo XIII, en Palenque, Chiapas; Garra de Jaguar en Calakmul, Campeche; y los tripulantes de Cristóbal Colón que fallecieron en La Isabela, el primer asentamiento europeo en las Américas, como parte del segundo trayecto del descubrimiento ibérico.

Su participación en el proyecto Hoyo Negro (coordinado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia), en el que se documenta el descubrimiento de Naia, una joven que mostraba rasgos de haber tenido hijos y que tenía unos 15 años de edad cuando cayó en el Pleistoceno tardío, hace 13,000 años, en un cenote que en aquel entonces no estaba tan inundado como ahora, cerca de Tulum, Quintana Roo, es otra de sus aportaciones recientes. Luz

Olivia Badillo



Pablo Laguna. Foto: cortesía del investigador.

Pablo Laguna

El científico Pablo Laguna es un relativista numérico en la Escuela de Física del Instituto Tecnológico de Georgia, de la cual es director. Es miembro fundador y primer director del Centro de Astrofísica Relativista en dicha institución, reconocido mundialmente por sus trabajos en relatividad numérica. Su ceremonia de ingreso, como miembro correspondiente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), se realizó en octubre de 2008.

¿Cómo se acercó a la ciencia y cómo supo que usted sería físico?

PL: Soy el primero de la familia que se dedicó a la ciencia. Por el lado de mi madre y de mi padre, los primos y familia alrededor de ellos que tuvieron la oportunidad de ir a la universidad y tener un grado académico, fueron doctores, abogados, pero en investigación fui el primero.

Sobre cómo me dediqué a la ciencia, puedo decir que me di cuenta —cuando estaba en la secundaria y después en la preparatoria— que tenía habilidad para las matemáticas e interés en física. Dado que no

había ninguna influencia científica en mi familia, lo que pensaba era estudiar ingeniería.

Cuando se presentó la oportunidad de entrar a la universidad me di cuenta de que me atraía hacer algo con lo que pudiera entender mucho más a fondo lo que pasaba con fenómenos y problemas. Mi primera intención fue estudiar matemáticas, pero era muy abstracto y me cambié a la física.

¿A qué personajes de la ciencia admira y por qué?

PL: Por el tipo de investigación que hago, a Albert Einstein, porque él introdujo la Teoría de la Relatividad General, la que uso para las investigaciones científicas. Otros dos personajes que admiro son John Wheeler, con quien tuve la fortuna de tomar clases en la Universidad de Texas. A él lo admiro por la manera que tenía de atacar problemas. No se metía con muchas complicaciones matemáticas, tenía una intuición tremenda para ver cuál era la esencia del problema y eliminaba cosas que no eran necesarias para encontrar la solución a los problemas. Otro de mis personajes es Martin Rees, astro-

físico de la Universidad de Cambridge, Inglaterra, con quien tuve el gusto de escribir un artículo. A él también lo admiro por su intuición. Con él aprendí que con cálculos sencillos uno puede entender lo que pasa con fenómenos astrofísicos. Irónicamente yo hago lo opuesto a las personas que admiro, agarro la teoría como tal y trato de resolver problemas con la computadora sin hacer ninguna aproximación.

¿Cuál considera que es su mayor logro o su mayor aportación a la ciencia y por qué?

PL: Una de las líneas de investigación que a lo largo de mi carrera he desarrollado y me siento muy orgulloso tiene que ver con qué le pasa a una estrella como el Sol cuando se acerca a un agujero negro muy masivo, como el que existe en el centro de nuestra galaxia, la Vía Láctea, con 3 millones de veces la masa de nuestro Sol. Cuando una estrella como el Sol se acerca a un agujero de tal magnitud de masa, las fuerzas gravitacionales hacen que la estrella se destruya, y hay emisión de luz y fenómenos que pueden ser detectados por telescopios. La parte específica que yo desarrollé tuvo que ver con relatividad numérica para obtener resultados y describir qué pasa con la destrucción de estrellas por agujeros negros en situaciones en las cuales se necesita la Teoría General de la Relatividad.

¿Cuál es su relación con México actual en términos profesionales y de investigación?

PL: A México, a lo largo de los años, he ido a dar conferencias, dar clases en escuelas, pero actualmente la relación más cercana es a través de un programa del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología que apoya a estudiantes de doctorado. Gracias a esta iniciativa, Miguel García, originario de Morelia, trabaja en mi laboratorio haciendo un postdoctorado. Considero que es muy beneficioso tener este tipo de programas, porque ayudan a preparar a los mexicanos en la ciencia.

¿Por qué es importante seguir invirtiendo en ciencia básica?

PL: Invertir en ciencia básica es importante, como lo es hacerlo en las artes y las humanidades. En

este caso, las ciencias básicas tienen ramificaciones importantes que después se traducen en beneficio social y tecnológico. No hay que olvidar que en la ciencia básica es donde ciertos aspectos tecnológicos han empezado. La ciencia básica de la astronomía y la astrofísica nos ayuda a entender el Universo donde vivimos. Yo siempre hago la siguiente analogía sobre la ciencia, que es como cuando uno se cambia de ciudad y trata de entender el vecindario y el entorno que nos rodea.

La detección de las ondas gravitacionales y la primera imagen de un hoyo negro han sido noticias impresionantes. Al respecto, ¿cuál es el estado actual este esfuerzo científico, en particular el grado de entendimiento logrado en colisiones de agujeros negros?

PL: México participó en la primera imagen de un hoyo negro y eso es una gran noticia para el país, gracias a la inversión que se hizo en el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano. Ese fue un avance importantísimo, pero también lo ha sido la detección de las ondas gravitacionales en septiembre de 2015, las primeras producidas por la coalición de dos agujeros negros. Desde ese año, ya ha habido más detecciones múltiples, ha habido varios ejemplos, ahora hace un par de meses el detector de LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) volvió a hacerlo, así que pronto tendremos noticias de ello en la prensa.

Con el estudio de las ondas gravitacionales, que es a lo que yo me dedico, vamos a entender mejor la población de agujeros negros y como se forman e interactúan.

¿Qué viene en el estudio de ondas gravitacionales?

PL: Lo que se ha detectado son colisiones de un hoyo negro con otro hoyo negro, y de una estrella de neutrones con otra estrella de neutrones. Pero estamos esperando, y creemos pronto pasará, es la coalición de un agujero negro con una estrella de neutrones, esa va a ser interesante. Porque como la estrella de neutrones tiene materia y el hoyo negro es curvatura del espacio-tiempo, lo interesante es que se podrán ver ondas gravitacionales y también



"La ciencia básica de la astronomía y la astrofísica nos ayuda a entender el Universo donde vivimos. Yo siempre hago la siguiente analogía sobre la ciencia, que es como cuando uno se cambia de ciudad y trata de entender el vecindario y el entorno que nos rodea".

ondas electromagnéticas, luz. Vamos a poder ver el mismo fenómeno con dos tipos de mensajero, onda gravitacional y ondas electromagnéticas, y si tenemos suerte también podremos ver partículas cósmicas, como neutrinos.

A mí me gustaría que se detectaran ondas gravitacionales de algún fenómeno que no sabemos qué es, que el Universo nos sorprendiera y nos diera una fuente de onda gravitacional que no esperamos. Algo como la energía negra, que sabemos que existe pero no sabemos qué es, ese tipo de fenómenos cósmicos son muy interesantes. Lo impresionante de la ciencia es esa parte que podemos predecir y lo que el Universo nos puede sorprender.

También, esperamos que algún día podamos detectar las ondas gravitacionales cuando una estrella explota, una supernova, o las ondas gravitacionales que vengan del Big Bang. También hay que recordar que la agencia espacial europea y la NASA están construyendo el detector de ondas gravitacionales LISA (Laser Interferometer Space Antenna), un detector en el espacio que va a permitir ver la coalescencia de hoyos negros muy masivos. Y va a poder ver ondas gravitacionales de los eventos mencionados, una estrella con un hoyo muy masivo va a abrir una ventana de lo que hasta ahora no hemos podido ver ni estudiar. Elizabeth Ruiz Jaimes.



CONFERENCIA
SÁBADOS EN LA CIENCIA

**“¿Cómo funcionan las vacunas?
Verdades y mitos”**

Dr. Rommel Chacón Salinas

SÁBADO
27
JULIO
12 h

MÁTRIX
MÓVIL

ENTRADA
LIBRE

B|V|Q BIBLIOTECA
VASCONCELOS

ACADEMIA MEXICANA DE CIENCIAS
60 años

Domingos en la Ciencia



JUEVES en la **CIENCIA NIÑOS**

Plática interactiva

HONGOS que **PROTEGEN**
tus **ALIMENTOS** de los **INSECTOS**

Mtro. Gerardo Suárez Vergel
Departamento de Biotecnología, UAM-I

4 de julio
16:30 horas
Dirigida a niños de primaria alta
"Entrada libre"

Centro Cultural "Casa de las Bombas" Gregorio Torres Quintero, y Prol. Quetzal s/n, Col. La Purísima, Alcaldía Iztapalapa, C.P. 09240 (a unas cuadras de la UAM-I)

Oficina de Divulgación 58 04 65 53
Casa de las Bombas 56 14 14 69

[f @FeriaCienciaUAMI](#) [f @Centro Cultural Casa de las Bombas](#) [t @fcienciasuami](#)

www.ferienciasuami.com



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA Unidad Iztapalapa



Presentación del número

ciencia

Mamíferos marinos

presentado por

Paloma Ladrón de Guevara
Miembro de la Sociedad Mexicana de Mastozoología Marina (Somemma) y editora huésped de esta edición

JUEVES
04
JULIO
17 h

MÁTRIX
MÓVIL

ENTRADA
LIBRE

o temático de la revista

ciencia

niños en México

r los doctores

Luis Medrano González

Investigador de la Facultad de
Ciencias de la UNAM



BIBLIOTECA
VASCONCELOS



JUEVES en la CIENCIA NIÑOS

Plática y Taller

CONSTRUYAMOS UN HUERTO ECOLÓGICO

Mtra. Mónica Rodríguez Palacios
Departamento de Hidrobiología, UAM-I



18 de julio
16:30 horas

Dirigida a niños de primaria alta
"Entrada libre"

Centro Cultural
"Casa de las Bombas"

Gregorio Torres Quintero, y Prol. Quetzal s/n.
Col. La Purísima, Alcaldía Iztapalapa, C.P. 09240
(a unas cuadras de la UAM-I)

Oficina de Divulgación 58 04 65 53
Casa de las Bombas 56 14 14 69

@FeriaCienciaUAMI

@Centro Cultural Casa de las Bombas

@fcienciasuami

www.feriacienciasuami.com



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Iztapalapa





boletin@amc.edu.mx

www.amc.mx

5849 4904 y 5849 5522