

HYPATIA®

ISSN 2007-4735

Ejemplar gratuito
Enero-abril de 2021

Núm. 66



20 años Hypatia

Metamateriales:
Ir más allá

COVID-19:
Impacto en la educación
e investigación

Astronomía:
avances en los
últimos 30 años



MORELOS.
2018 - 2024



CCyTEM
CONSEJO DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA DEL
ESTADO DE MORELOS



Instituto Morelense
de Procesos Electorales
y Participación Ciudadana

DIRECTORIO

Cuauhtémoc Blanco Bravo

Gobernador Constitucional del Estado de Morelos

Ana Cecilia Rodríguez González

Secretaria de Desarrollo Económico y del Trabajo

José Francisco Pulido Macías

Director General del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos

Adrián Margarito Medina Canizal

Director del Centro Morelense de Comunicación de la Ciencia

CONSEJO EDITORIAL

Dr. Armando Arredondo López

Lic. Susana Ballesteros Carpintero

Mtro. Martín Bonfil Olivera

Dra. María Victoria Crespo

Dr. Humberto Lanz Mendoza

Dr. Ernesto Márquez Nerey

Dra. Lorena Noyola Piña

Dra. Carmen Nina Pastor Colón

Mtra. Silvia Patricia Pérez Sabino

Mtro. Marco Antonio Sánchez Izquierdo

COORDINACIÓN EDITORIAL

Dra. Mónica Leticia Pineda Castellanos

DISEÑO

MPE Ernesto Alonso Navarro

Hypatia, año 20, núm. 66, primer cuatrimestre del 2021, editado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, calle La Ronda #13, colonia Acapantzingo, CP 62440, Cuernavaca, Morelos, México. Teléfono: (52) 777 312 3979
www.hypatia.morelos.gob.mx / hypatia@morelos.gob.mx

EDITOR RESPONSABLE: JOSÉ FRANCISCO PULIDO MACÍAS

Reserva de derechos al uso exclusivo. Núm. 04-2018-062008481500-102
ISSN: 2007-4735. Licitud de título y contenido: 15813.
Impresa por: Vettoretti Impresores, calle Zacatecas #301, colonia Ricardo Flores Magón, CP 62370, Cuernavaca, Morelos, México. Este número se terminó de imprimir en abril de 2021 con un tiraje de 5 mil ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se permite la reproducción total o parcial por cualquier sistema o método, incluyendo electrónicos y magnéticos de los contenidos e imágenes, siempre y cuando contenga la cita explícita (fuente) y se notifique al editor.

Hypatia está incluida en el directorio del Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Latindex: www.latindex.org y en el sitio de la Sociedad Mexicana para la Divulgación y la Técnica, AC: www.somedicyt.org.mx

La publicación no expide cartas a sus colaboradores.

Proyecto apoyado por IMPEPAC

HYPATIA



CCyTEM



Los textos son responsabilidad directa de quien los firma.

Revista Hypatia es una publicación de divulgación científica del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, organismo descentralizado del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, como parte del proyecto estratégico «Plan Integral de Comunicación y Divulgación de la Ciencia 2021», apoyado por el Instituto Morelense de Procesos Electorales y Participación Ciudadana (IMPEPAC).

CONTENIDO

3

Editorial

Mtro. José Francisco Pulido Macías

5

La naturaleza suele sorprender. Y lo continuará haciendo...

C. Cuauhtémoc Blanco Bravo

7

20 años de la Revista Hypatia

Dra. Ana Cecilia Rodríguez González

8

Hypatia, un repositorio de conocimiento

M.C. Silvia Patricia Pérez Sabino

10

Río Apatlaco

M.I. Luz del Carmen Zavala Vázquez
Dra. Alejandra Peña García

12

El humilde y activo transistor en el espacio exterior

Dr. Rito Mijarez Castro

14

Día Mundial de la Obesidad

Mtra. Lesly Samara Véjar
Dra. Ana Estudillo San Martín
Dr. Simón Barquera Cervera

16

Metamateriales: ir más allá

Dra. María Beatriz de la Mora Mojica

18

Festejando el 20 aniversario de la Revista Hypatia

Dr. Jaime E. Arau Roffiel

20

La ciencia frente a la emergencia sanitaria

Mtro. José Francisco Pulido Macías

22

Post-antibióticos

Dr. Alberto Checa Rojas
Dr. Andrés Andrade Domínguez

25

La Astronomía en los últimos 30 años

Dra. Eréndira Huerta Martínez

28

Museo de Ciencias de Morelos

Lic. Adrián Margarito Medina Canizal

32

Venenos de serpientes

M. en B. Edgar Neri Castro
Dr. Alejandro Alagón Cano

34

El impacto de COVID-19 en la educación e investigación

Dr. Mario Ordóñez Palacios

37

Pasado, presente y futuro

Biól. Samuel Aréchaga Ocampo
Biól. Juan Carlos Sandoval Manrique

EDITORIAL



La *Revista Hypatia* cumple sus primeros 20 años, motivo de enorme orgullo y satisfacción de los equipos de trabajo que han impulsado ininterrumpidamente su edición a lo largo de estas dos décadas. El mundo que habita la humanidad en el 2021 es diferente al de inicios de siglo. No necesariamente para mejor. Es cierto que nos habíamos puesto objetivos muy claros para establecer un tipo de desarrollo en el mundo que satisficiera las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones; es decir, garantizando un equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) estableció –para el periodo 2015-2030– la senda planetaria por medio de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), después de definir los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Los ODM se enfocaron en mitigar la pobreza extrema y el hambre y los ODS presentaron un programa ambicioso de sostenibilidad ambiental del planeta, al buscar detener y mitigar los peligros del cambio climático inducido por las actividades de nuestra propia especie.

Dos décadas después, la humanidad aún no entrega las cuentas correctas para asegurar que vamos en la dirección establecida. La ciencia desempeñó un papel clave para que los gobiernos del mundo abrazaran un marco de desarrollo sostenible. El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) estableció los límites planetarios que debemos alcanzar para que logremos las condiciones de desarrollo sostenible. António Guterres, Secretario General de la ONU, dijo en 2018: “se necesitan cambios de gran alcance y sin precedentes en todos los aspectos de la sociedad para limitar el calentamiento global a 1.5 °C en lugar de 2 °C, como se establece en el Acuerdo de París, una medida que evitaría una serie de graves impactos del cambio climático. [...] Se debe hacer lo que exige la ciencia, antes de que sea demasiado tarde”. El cambio climático se ha erigido como uno de los mayores riesgos para la vida de todas las especies de nuestro planeta, incluyendo a la humanidad y éste podría alcanzar un punto de no retorno. Se teme que las temperaturas oscilen con mayor intensidad –pero de manera desigual– a lo largo del planeta, y que persistentemente aumenten. Asimismo, el patrón e intensidad de las lluvias cambiará. Se estima que las sequías y las olas de calor (periodos de calor anormal que dura de días a semanas) en México serán más intensas y las olas de frío, más agudas en algunas regiones del país. Es posible que nuevas pandemias golpeen a la humanidad; incluso hay quien anticipa que alguna próxima provocará el fallecimiento de cientos de millones de seres humanos.

Durante estos veinte años, hemos experimentado dos graves crisis económicas de alcance global. La más reciente (“el Gran Confinamiento”), se originó, precisamente, a partir de una pandemia viral zootécnica que rápidamente se esparció por el globo. La producción económica se detuvo para salvar la salud de las personas. Aun así, el número de fallecidos ha superado los dos millones y sus efectos perniciosos han sido desiguales debido a que golpeó especialmente a la mujer en los mercados laborales y en los hogares, en los cuales la violencia doméstica aumentó drásticamente. La otra crisis que hemos vivido es “la Gran Recesión” (2007-2008), ésta sacudió los cimientos del sistema financiero de Estados Unidos y repercutió en los mercados de todo el mundo, especialmente en las sociedades más desarrolladas.

A pesar de todo, la ciencia ha ofrecido prodigiosos avances en diferentes campos del conocimiento en el transcurso del siglo XXI. Mencionaré a continuación algunos de los más sobresalientes, aunque este repaso no pretende ser de ninguna manera exhaustivo. En cosmología se corroboró una predicción

teórica fundamental de Albert Einstein: la existencia de las ondas gravitacionales. Los científicos detectaron así –por vez primera– el “sonido” de la colisión de dos agujeros negros supermasivos, situados a unos 3 mil millones de años luz de distancia. Una nueva manera de observar y entender el universo se ha abierto a la humanidad, ya que el cosmos está “repleto” de ondas gravitacionales.

En física de partículas, la Organización Europea para la Investigación Nuclear, comúnmente conocida por la sigla CERN (con sede en Ginebra, Suiza) confirmó el hallazgo del Bosón de Higgs (o partícula de Higgs), una partícula elemental propuesta en el Modelo Estándar de Física de Partículas para explicar el origen de la masa de las partículas elementales.

La genética ofreció a principios de siglo (2003) la secuencia completa del genoma humano. Era la culminación del Proyecto Genoma Humano, que se había creado en 1990 para tal objetivo. Uno de los logros científicos más influyentes para el desarrollo de las terapias genéticas. Los avances en este campo son extensos. Se estima que los seres humanos tenemos aproximadamente veinte mil genes codificadores de proteínas, que representan, aproximadamente, 1.5% del ADN en el genoma. El relativamente reciente proyecto *Encyclopedia of DNA Elements* (ENCODE), busca determinar la función del resto de componentes del genoma, usualmente considerados “basura” y que, al parecer, no lo son.

Por otra parte, los hallazgos de las dos primeras décadas acerca del árbol genealógico de la humanidad han mostrado que éste es mucho más complejo de lo que se pensaba. La evolución humana no ha sido un proceso lineal. Dista mucho de ello. Hasta tiempos muy recientes, diferentes especies *homininas* coexistieron, convivieron y se reprodujeron entre sí. Este árbol se ha escrito, revisado, reescrito y vuelto a escribir en las últimas décadas. La ciencia genética, por el momento, ha permitido seguir el curso de las migraciones de nuestra especie y establece que todos los seres humanos actuales descendemos de los *Homo Sapiens* que vivían en África hace aproximadamente 100 mil años.

La ciencia ha mostrado ofrecer respuesta a muchas de las interrogantes más importantes que tenemos como especie. Aún quedan muchas, desde luego, y muy profundas. Hay mucho trabajo por hacer. Esperamos que la revista cumpla otros 20, 40 o más años y que la ciencia disfrute de mayores y crecientes apoyos, en beneficio de quienes compartimos este planeta “azul pálido”. Y no me refiero sólo a los seres humanos.

Mtro. José Francisco Pulido Macías
Editor responsable





Divulgación

C. Cuauhtémoc Blanco Bravo, gobernador constitucional del estado de Morelos.

La naturaleza suele sorprender. Y lo continuará haciendo...

C. Cuauhtémoc Blanco Bravo / cuauhtemoc.blanco@morelos.gob.mx
Gobernador Constitucional del Estado de Morelos

La emergencia sanitaria ocasionada por un virus –algo tan pequeño– ha ocasionado impactos globales; frenó la actividad económica en prácticamente todo el planeta y nos regresó a casa contra nuestra voluntad. El mundo se detuvo, las oficinas tuvieron que ser abandonadas; tuvimos que aprender a laborar en casa y nos vimos en la necesidad de modificar nuestros hábitos.

De pronto, no había necesidad de transportarnos todos los días a nuestras escuelas o trabajos. Vimos que los cielos son azules y que su cuidado, transparencia y limpieza ayudan a la salud; notamos que el ejercicio diario nos ayuda a prevenir enfermedades y, confirmamos que cuidar



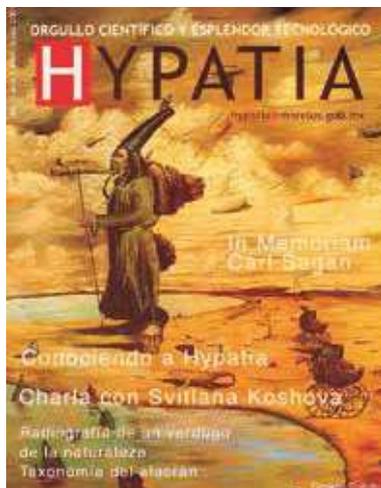
el medio ambiente y respetar al planeta son actos de conciencia con nosotros mismos y con las siguientes generaciones. La emergencia sanitaria nos abrió los ojos para recordarnos la íntima y delicada relación del planeta con cada uno de nosotros. Si bien un número creciente de enfermedades infecciosas ha pasado de la fauna salvaje al ser humano en los últimos 20 o 30 años, esta pandemia cuestionó la perdurabilidad de la especie y provocó algo fascinante: la importante colaboración de la ciencia de todo el orbe.

Los académicos, investigadores y científicos se solidarizaron para buscar una cura rápida y eficiente. La comunidad científica local contribuyó a este esfuerzo mundial, ya que tenemos investigadores muy destacados en Ciencias de la Salud, Medicina y Biotecnología –entre otras–; mientras que los empresarios morelenses aportaron al ofrecer pruebas de calidad para diagnosticar COVID-19 a precios muy competitivos.

La sacudida social de la pandemia significó entender que la ciencia y la investigación tecnológica juegan un papel extraordinariamente relevante para garantizar la salud humana. En el Gobierno de Morelos mantenemos la convicción absoluta en los beneficios que ofrece la inversión pública o privada para el desarrollo de la ciencia básica, la ciencia aplicada y la divulgación científica.

Es por eso que estamos muy orgullosos de celebrar los primeros 20 años de la *Revista Hypatia*, la revista de divulgación de nuestro Consejo de Ciencia y Tecnología:

Con la digitalización se ha vuelto más y más importante; en los últimos 5 años, el sitio web ha recibido 754 mil 418 visitantes, con un millón 605 mil 827 páginas consultadas.



Primer número
abril-junio
2001.

961 artículos
de divulgación científica.



65 números desde el 2001.



Los visitantes de revistahypatia.org residen en 35 países del mundo y es traducida actualmente a 24 idiomas.

Nuestros retos son, de cualquier manera, mayúsculos; aspiramos llegar a más morelenses; queremos mejorar el alcance de nuestra distribución (impresa o digital) en comunidades rurales, bibliotecas (sobre todo públicas), escuelas primarias, secundarias, preparatorias y en universidades.

La niñez y la juventud ofrecen el momento idóneo para sembrar la semilla de la Ciencia y la Tecnología. Asimismo, la digitalización permitirá que nuestros contenidos sean accesibles en cualquier parte del mundo.

Buscamos, por tanto, tener más visitantes y multiplicar las páginas o artículos consultados; asimismo, nos interesa establecer colaboraciones con otras revistas similares, puesto que la divulgación científica es un esfuerzo siempre inagotable. Los invito a seguir adelante con los esfuerzos encaminados a potencializar a Morelos en los terrenos de la ciencia. Conmino a nuestros lectores a que mantengan la guardia en alto para salir airoso de esta difícil prueba que sin duda nos cambió la vida.

Felicidades a la Revista Hypatia por su 20 aniversario, sigamos por más años de divulgación de la Ciencia y Tecnología morelense. H



20 años de la Revista Hypatia

Dra. Ana Cecilia Rodríguez González / cecilia.rodriguez@morelos.gob.mx
Secretaría de Desarrollo Económico y del Trabajo
Gobierno del Estado de Morelos

Augusto Monterroso decía que los traductores son héroes abnegados, porque gracias a ellos el mundo conoce el pensamiento de los grandes clásicos, aunque no hayan sido escritos en su idioma, y porque es siempre el autor, y no el traductor, el que se queda en la mente de los lectores. Naturalmente, lo más importante de esa reflexión es el rescate del traductor como artesano del conocimiento, en el que además se conjuga una generosidad intelectual profunda, porque enfoca sus capacidades en arrojar luz a la obra de otro. En ese sentido, las mismas cualidades y una vocación similar encontramos en el divulgador científico y, por supuesto, en las revistas que se encargan de esta loable encomienda.

El trabajo necesario para sintetizar y hacer asequibles a todo el público los avances de la ciencia y la tecnología no es cosa menor; es necesaria una doble labor: primero, de comprensión profunda de la idea que se quiere traducir a lenguaje coloquial; y segundo, de empatía intelectual,

porque es necesario ponerse en los zapatos del lector no especializado, para facilitarle la comprensión, pero sin faltarle al respeto. Esa es la única manera de hacer buenas piezas de divulgación, como los casi mil artículos que la *Revista Hypatia* nos ha obsequiado a lo largo de sesenta y cinco números, de la cual celebramos el 20 aniversario.

Las colaboraciones brillan por su calidad y también por su diversidad, pues han desfilado tópicos de física moderna, filosofía, astronomía, química, ciencias agropecuarias, desarrollo sustentable y, de manera muy especial, el papel de Morelos en la ciencia y la tecnología, que dignifica nuestra entidad y nos recuerda que somos unos de los estados que cuenta con más institutos de investigación en el país y, en proporción a sus habitantes, incluso de Latinoamérica. En esta revista han hecho presencia más de dos mil investigadores, en ocasiones con trabajos colaborativos y multidisciplinarios; a su vez, los visitantes de la versión digital proceden también de decenas de países. A esta vocación global de la revista ayuda el hecho de que esté traducida a 24 idiomas y la longevidad de una publicación de este perfil basta para dar cuenta de su mérito.

No quiero terminar este breve homenaje sin exhortarlos a que lean la revista, la promuevan y, si tienen ideas valiosas y honestidad intelectual, aprovechen esta publicación para compartirlas, pues es un vehículo idóneo para cambiar las mentes, la cultura y los horizontes de todas y todos los que hemos tenido la fortuna de encontrarnos con ella. **H**



Divulgación



Hypatia

La revista de divulgación científico-tecnológica de Morelos para el mundo: un repositorio de conocimiento, a 20 años de su existencia.

M.C. Silvia Patricia Pérez Sabino / patricia.perez.ciencia@gmail.com
Editora de la Revista Hypatia 2001-2017
Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico

i Te has puesto a pensar en cuánto tiempo puedes escribir 4 mil caracteres de texto? Con la práctica, en mi caso, lo he logrado hacer aproximadamente en 20 minutos. Pero... redactar un texto de aniversario para celebrar los 20 años de la Revista Hypatia en 4 mil caracteres, me ha llevado horas, días, semanas, y todo ello por tener muchas ideas e historias.

Citando a Edgar Allan Poe, uno de los mejores cuentistas de todos los tiempos “Tal vez sea la propia simplicidad del asunto lo que nos conduce al error”, así que trataré de ser precisa y recordar lo que estaba haciendo en el segundo trimestre de 2001.

Recuerdo que la planeación de esta publicación comenzó cuando la M.C. Consuelo Valverde Prado, quien en ese momento era la titular de la extinta Coordinación General de Modernización y Desarrollo Científico-Tecnológico, área dependiente de la Gubernatura y en la cual yo colaboraba como Directora General de Divulgación e Información Estatal, me pidió que realizara una revista, con la finalidad de vincular al Gobierno del Estado de Morelos con los centros e institutos de investigación y con la sociedad, a través de un producto que fuera de interés y fácil lectura y que contuviera información científica en un lenguaje claro y sencillo, tal y como lo describe la literatura que hace referencia a la divulgación científica.

En las reuniones de trabajo, la maestra Valverde y la doctora Karla Graciela Cedano Villavicencio me mostraron



algunas propuestas de secciones; recuerdo que algunas hacían referencia a títulos de libros de divulgadores como Carl Sagan. Para iniciar mi propuesta, y al cabo de unas semanas, las secciones que tenía la primera revista fueron: “Editorial”, “Conociendo a...”, “Ciencia Global”, “Morelos en la Ciencia y Tecnología”, “¿Es verdad qué?”, “Una charla con”, “Curiosidades”, “Miles y Miles de Millones” y “Documento y Destreza”; estas secciones se fueron modificando durante los 16 años en los que fui la editora.

Hypatia, como lo describo en la primera Editorial que se encuentra en la página web, fue una mujer que dedicó su vida al estudio de la ciencia y a la filosofía; por ello se convirtió en la inspiración para la existencia de esta publicación, en la que se ofrece una mirada a los principales hallazgos de la ciencia y las nuevas tecnologías y que permite al lector realizar descubrimientos personales.



Cuando esto inició, no tenía personal de apoyo, así que durante varios números tuve que realizar el contenido de todas las secciones: estructurando, investigando y redactando; además, me sentaba durante horas esperando mi turno en un área que tenía el Gobierno de Morelos para hacer el diseño editorial, con el apoyo de su personal.

Fue así como, el 29 de mayo de 2001 a las 12:00 horas, en el Salón Gobernadores de Palacio de Gobierno en Morelos, el entonces Gobernador del Estado de Morelos, Lic. Sergio Estrada Cajigal Ramírez, presentó el primer número que edité de la *Revista Hypatia* en formato impreso, con un tiraje de 2 mil ejemplares, en cuya portada mostraba una hermosa ilustración surrealista creada por Francisco Valverde Prado, con el logo tipográfico diseñado por el Lic. Daniel Olivares Marín.



Durante los 16 años en los que fui la editora de la *Revista Hypatia*, tuve la fortuna de obtener: un Premio Estatal y un Premio Nacional de Divulgación Científica; se consiguió la Licitud de Título y de Contenido, la Reserva de Derechos y el ISSN; se ingresó al Índice de Revistas de Divulgación Científica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; se indizó a Latindex, portal de revistas científicas de Latinoamérica, España y Portugal; se generó el Consejo Editorial y las Políticas Editoriales; se tuvo el apoyo de diversos correctores de estilo; se distribuyó a nivel estatal y nacional y se consiguió la presencia de la revista electrónica en los 5 continentes. De 2012 a 2017, la revista se editó con recursos federales que tramité; para 2017 contaba ya con 25 mil ejemplares de impresión.

Ha sido un importante agente vinculador con medios de comunicación, empresarios, centros e institutos de investigación y de educación, entre otros. Además, es un repositorio de entrevistas y de rico contenido en donde han colaborado Premios Nacionales de Ciencias y Artes, hombres y mujeres que con ahínco han marcado el camino de la ciencia y la tecnología a nivel nacional e internacional.

La *Revista Hypatia* fue el vínculo de los investigadores con la sociedad y con otras instituciones, publicando sus artículos en libros de la Secretaría de Educación Pública, en otras revistas nacionales e internacionales, en portales de internet. También se consiguieron invitaciones de otras instituciones para que los colaboradores dictaran conferencias en diferentes partes del país y del mundo.

Celebro, con el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, con su director general, Lic. José Francisco Pulido Macías y con el Gobierno Estatal actual, el interés que han tenido por mantener una revista de divulgación científico-tecnológica hecha por morelenses para el mundo. Me atrevería a decir que es la única revista de divulgación creada en una administración pública que ha generado y compartido conocimiento a lo largo de casi cuatro sexenios.

¡Felicidades y enhorabuena por persistir con esta publicación que desde 2001 me brindó satisfacciones, conocimiento, experiencia y amistades! **H**

Río Apatlaco

Breves apuntes sobre la gestión local del agua en la subcuenca

M.I. Luz del Carmen Zavala Vázquez / carmen_zavala@tlaloc.imta.mx
Dra. Alejandra Peña García / alejandra_pg@tlaloc.imta.mx
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Este 2021 en que la *Revista Hypatia* llega a sus primeros 20 años de existencia, consolidada como un espacio propicio para la divulgación del conocimiento desde el estado de Morelos, resulta una ocasión idónea para compartir algunas reflexiones en torno a uno de los temas más estudiados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) a lo largo de este periodo, y que resulta de gran relevancia en la actualidad: la relación de la sociedad con el agua en la subcuenca del río Apatlaco.

El agua es, sin duda, el recurso más importante e indispensable para vivir y desarrollar todas nuestras actividades. Hoy en día, la situación del recurso hídrico y los problemas asociados a su acceso, disponibilidad, calidad, distribución, entre otras, son de interés general. Gestionar los recursos hídricos de una cuenca no sólo es tarea gubernamental o de agentes privados. En lo que respecta al acceso al agua, la sociedad participa activamente, a través de formas organizativas diversas, a pesar de su limitado reconocimiento en el arreglo institucional de la gestión del agua.

En la subcuenca del río Apatlaco, que se ubica al noroeste del estado de Morelos (Figura 1) y, de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), cubre un área de 809 mil 095 km², de los cuales, 657 se encuentran en el territorio morelense y el resto en el Estado de México y Ciudad de México. En esta región se ubica la mayor concentración de población de la entidad, a través de una franja latitudinal que va de 3 mil metros sobre el nivel del mar (msnm) en la parte alta al orden de los 1,000 msnm en la parte baja, en donde se registran formas topográficas, climas, vegetación, suelos y poblaciones específicas que se relacionan con el agua de maneras diferentes.

La subcuenca pertenece a la región de la cuenca del río Balsas. Su problema hídrico está definido por las



Figura 2. Río Apatlaco por el municipio de Jojutla.

Figura 1. Ubicación geográfica de la subcuenca del río Apatlaco.



características materiales del recurso, en combinación con su dinámica poblacional y económica, sin quedar exentas las decisiones políticas que se toman en torno al recurso y a su interés. En este híbrido están presentes las diferentes formas en las que se ha ocupado el territorio, aspectos culturales preexistentes y actuales, leyes y normas que determinan su uso y administración, así como la infraestructura creada para ello.

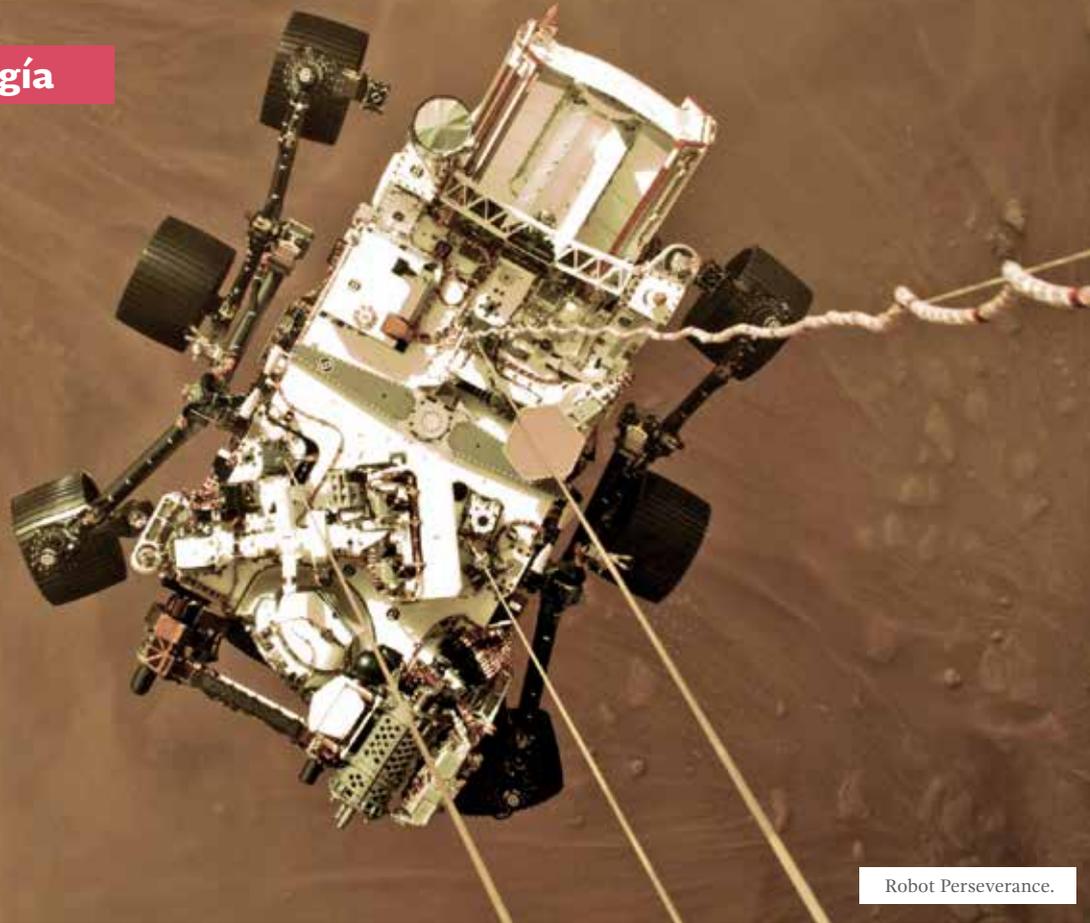
El río Apatlaco nace en los bosques de las lagunas de Zempoala e inicia un recorrido de 63 kilómetros hasta incorporarse al cauce del río Yautepec.

A su paso, cruza 10 municipios: Huitzilac, Emiliano Zapata, Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Jojutla, Puente de Ixtla, Xochitepec, Tlaltizapán y Zacatepec, de acuerdo con la delimitación oficial. Cada uno de estos municipios cuenta con operadores de agua que, generalmente, atienden sólo a las poblaciones ubicadas en las cabeceras municipales. Las localidades pequeñas y otros grupos de población, como es el caso de algunas colonias, barrios, pueblos, fraccionamientos o unidades habitacionales, administran sus propios sistemas de agua de forma autónoma e independiente.

Las formas organizativas en torno al agua son variadas y están ligadas a cuestiones como el tamaño de la población, las fuentes de agua de que disponen, la calidad del agua, la infraestructura con la que se cuenta, la cultura y costumbres en torno a ésta, entre otras.

Se les identifica con diversos nombres y están presentes en ámbitos rurales, periurbanos y urbanos. Coexisten con la gestión gubernamental del agua, aunque no siempre de manera coordinada y armónica. Se desconoce el número de organizaciones existentes en la cuenca del Apatlaco y la forma en que administran su sistema de agua, pero se infiere que las condiciones en que prestan el servicio en sus respectivas comunidades son precarias y los retos para operar y sostener el sistema son grandes y complejos.

En virtud de ello, y del reconocimiento del valor de la labor que llevan a cabo las organizaciones locales del agua, en el IMTA actualmente se lleva a cabo una investigación en torno a la gestión local del agua en la cuenca del Apatlaco, en la que se busca diseñar e implementar una estrategia de fortalecimiento de sistemas de gestión local del agua desde una perspectiva multinivel. Para ello, se ha conformado un equipo multidisciplinario y multiinstitucional que trabaja de la mano con las organizaciones, a partir de una metodología que permitirá caracterizar y tipificar formas de organización local en torno al agua, identificará necesidades prioritarias y apremiantes y planificará las acciones tendientes a su robustecimiento integral. **H**



Robot Perseverance.

El humilde y activo

transistor en el espacio exterior

Dr. Rito Mijarez Castro / rmijarez@ineel.mx
Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias

En julio de 1969, a bordo del Apolo 11, el hombre pisó por primera vez la superficie iluminada de la luna usando los primeros componentes electrónicos, particularmente transistores, empaquetados en un circuito integrado. En aquel tiempo, las televisiones a color eran una novedad, no había computadoras en los hogares y los teléfonos operaban conectados por cable a una caja de conexión adherida a la pared. Cincuenta años después, en enero de 2019, la sonda *Chang'e-4*, que debe su nombre a la diosa de la luna en la mitología china, exploró por primera vez el lado oscuro de la luna con instrumentos plagados de transistores.

El mundo ha cambiado sustancialmente desde 1969. Actualmente, los modernos y ahora comunes teléfonos inteligentes poseen más capacidad de cómputo, es decir, contienen más transistores, millones de ellos, que las computadoras que llevaron al hombre a la luna. El transistor es el ingrediente semiconductor principal de todo circuito electrónico y de la computadora digital más sofisticada.

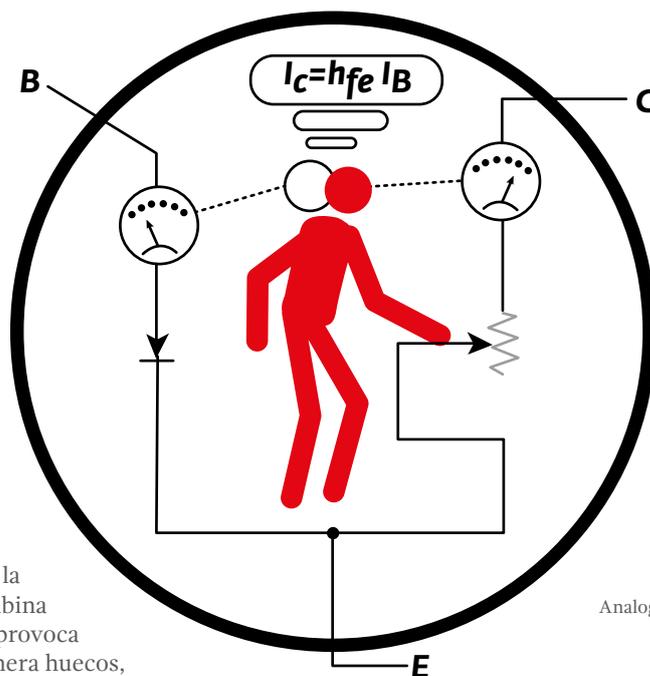
**¿Qué son los semiconductores?
Un semiconductor es un
elemento que conduce
parcialmente la electricidad.**

Por tanto, se puede asumir que un semiconductor es un material “semibueno” para conducir electricidad; conduce menos electricidad que un conductor como el alambre de cobre, pero más que un aislador como el plástico. Algunos de los materiales semiconductores intrínsecos o puros más comunes son el silicio, el germanio y el carbono.

¿Qué es un transistor? Es un dispositivo electrónico hecho de semiconductores, que controla el flujo de una corriente eléctrica y se utiliza como amplificador para incrementar el tamaño de señales muy pequeñas o como interruptor sin partes mecánicas móviles, para dejar pasar, o no, corrientes eléctricas; ofrece la capacidad de generar dos

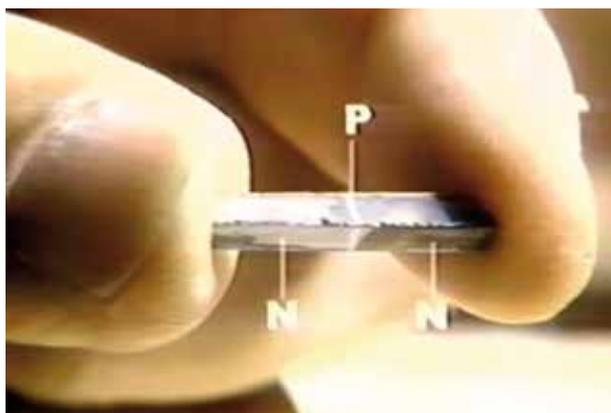


estados lógicos 0 y 1, que es la forma en que realizan sus operaciones las computadoras digitales. Los transistores constan de tres capas de material semiconductor conectadas a tres terminales llamadas: emisor (E), base (B) y colector (C). En algunos transistores, a las capas externas que se mezclan con otros materiales y presentan un exceso de electrones, se les denomina tipo N; a la capa intermedia, la cual se combina también con otros materiales y provoca una carencia de electrones o genera huecos, se les llama tipo P. A estos transistores se les denomina NPN; en otros transistores, la capa intermedia puede ser tipo N y las capas en los extremos tipo P, a éstos se les conoce como PNP.



Analogía de la operación del transistor en conexión de emisor común.

Se estima que el límite pueda ser de 10 nanómetros o tan sólo ¡30 átomos de ancho!



Uno de los primeros transistores NPN.

Los transistores funcionan como si tuvieran un operador dentro, cuyo trabajo perpetuo es ajustar el flujo de electrones que permiten pasar, cuando se aplica una corriente eléctrica o voltaje a una capa en particular. Por ejemplo, en un transistor como interruptor, una pequeña corriente en la terminal B bloquearía o permitiría el paso de electrones entre las terminales C y E; el transistor, entonces, podría estar encendido o apagado, lo que se traduce en los 1 y 0 del lenguaje binario.

A lo largo de décadas, las computadoras digitales y los dispositivos electrónicos se han vuelto cada vez más rápidos y más pequeños. Los fabricantes de circuitos integrados han reducido el tamaño de estos diminutos interruptores electrónicos y los han empaquetado en espacios microscópicos de aproximadamente 20 nanómetros.

La tecnología evoluciona a las computadoras que utilizan la física cuántica para crear nuevas formas de computación, donde se aprovecha la capacidad subatómica que les permite existir en más de un estado; es decir, un 1 y un 0 al mismo tiempo y realizar operaciones a velocidades exponencialmente más altas que las computadoras convencionales y con un consumo de energía mucho menor. Sin embargo, todavía están lejos de ser comercializadas a gran escala.

La electrónica utilizada por el robot *Perseverance*, enviado al planeta Marte, debe soportar ambientes extremos de alta radiación. Entre sus objetivos, se encuentra la recolección de muestras para identificar posible vida microbiana. La computadora principal que realiza el control del tren motriz, ruedas, suspensión y cámaras del robot es una computadora principal que realiza el control del tren motriz, ruedas, suspensión y cámaras del robot es una computadora con tecnología de 1992 probada exitosamente en satélites, la cual soporta radiaciones intensas. La razón fundamental para usar esta tecnología considera que entre más cerca se coloquen los transistores en el circuito integrado, más susceptible será la computadora a la radiación.

Definitivamente, se continúan haciendo proezas con el humilde transistor, al enviar robots a planetas lejanos y, por qué no, tal vez en un futuro ayude a buscar áreas habitables que podrían ser ideales para laboratorios y viviendas donde los científicos y futuros colonizadores puedan algún día trabajar. **H**



Día Mundial de la Obesidad

Juntos sin Estigma

Mtra. Lesly Samara Véjar / investigador21@insp.mx
Dra. Ana Estudillo San Martín / coordinacion.cinys@insp.mx
Dr. Simón Barquera Cervera / sbarquera@insp.mx
Centro de Investigación en Nutrición y Salud | Instituto Nacional de Salud Pública

“En el marco de la celebración por el 20 aniversario de la *Revista Hypatia*, reconocemos su compromiso con la divulgación científica en el estado de Morelos. Agradecemos la invitación, así como el interés y oportunidad para compartir este artículo en relación con uno de los temas de salud pública más urgentes para nuestro país”.

Para atender y prevenir una enfermedad, el primer paso es reconocerla como tal. Sin embargo, es importante tratarla desde la empatía, con sensibilidad y libre de mitos, estereotipos y prejuicios. El acompañamiento y la evidencia científica permiten encaminar a un mejor diagnóstico, tratamiento y políticas de salud efectivas; por esas razones, el 4 de marzo se reconoce como el Día Mundial de la Obesidad. En nuestro país sabemos que la situación es alarmante: 75% de las personas adultas, 35% de las niñas y niños en etapa escolar (5 a 11 años) y casi 40% de los adolescentes viven con sobrepeso u obesidad. Estudios realizados en México sugieren que entre los determinantes de la obesidad están los entornos



Imagen: Rui Dias.

poco saludables, que se caracterizan por una gran oferta y disponibilidad de alimentos ultraprocesados¹ y bebidas azucaradas.

El estigma es uno de los grandes problemas para abordar la obesidad como enfermedad y que las personas que viven con esta condición sufren. Ésta es la manifestación de actitudes, creencias, suposiciones y prejuicios negativos sobre las personas que viven con sobrepeso y obesidad

¹ Ultraprocesados: alimentos fabricados a partir de procedimientos industriales complejos. Productos alimenticios de diseño a base de combinar componentes de todo tipo, con muchos aditivos, endulzantes, saborizantes y texturizantes.



a través de estereotipos sociales dañinos. Por ejemplo, es importante desechar el mito de que las personas que padecen esta condición son “flojas, perezosas, desmotivadas, carentes de fuerza de voluntad y de autocontrol”. Pongamos a las personas en el centro y no a su padecimiento para conseguir los cambios en el abordaje y así tener impactos positivos sobre su salud física y mental. Hagamos referencia a ellas como “personas con obesidad” o “pacientes que viven con obesidad” y evitar el prejuicio implícito que se encuentra detrás de mencionarlas como “personas obesas” o “pacientes obesos”.

La obesidad debe ser tratada desde una visión multidisciplinaria, hacerse sin estigma y prescindir de soluciones simplistas como aquellas que recomiendan “coma menos y muévase más” como un pilar del tratamiento. Este tipo de enfoques responsabilizan a la persona de un problema que tiene raíces mucho más profundas y que ha tenido un impacto desfavorecedor en nuestro país debido a políticas de salud que en el pasado; se han inclinado por los intereses comerciales de la industria alimentaria y no por la salud de la población.



Las políticas públicas de prevención y control de la obesidad que se implementan en México buscan evitar el estigma e incluir consideraciones de desigualdad social y de género. Es importante además que vayan acompañadas de una estrategia de comunicación que sensibilice sobre el tema, que utilice lenguaje respetuoso e imágenes que no ridiculicen, ni señalen a las personas que viven con obesidad. Dichas campañas deben orientar a consumir alimentos saludables, sin dejar de lado la regulación de los entornos en los que habitamos. Acompañado por diversas agencias internacionales de Naciones Unidas, por la Federación Mundial de la Obesidad, colectivos y organizaciones de la sociedad civil, academia, órganos de gobierno, representantes legislativos, estudiantes, personas

que viven con obesidad y personal de salud, el Instituto Nacional de Salud Pública conmemoró este día bajo el lema “**JUNTOS Sin Estigma**” durante toda una semana de actividades virtuales con especialistas multidisciplinares, donde se reconocieron los retos que enfrentamos como país ante esta condición.

Este lema refleja una de las condiciones fundamentales para lograr resultados en México: por un lado, se debe actuar de forma conjunta; se trata de un problema que no pueden resolver de manera aislada el sector salud o el sector educativo; se requiere participación también de las agencias reguladoras, los órganos legislativos, los sectores de agricultura, economía y medio ambiente, así como la participación de agencias de investigación y sistemas de apoyo a la infancia, además de las organizaciones de la sociedad civil y, por otro lado, es necesario trabajar sin estigma.

Aún hay una agenda pendiente en temas de estigma de peso, por lo que hacemos un llamado a sumar esfuerzos desde todos los sectores, pero también hacer un ejercicio como integrantes de una comunidad, para cambiar el

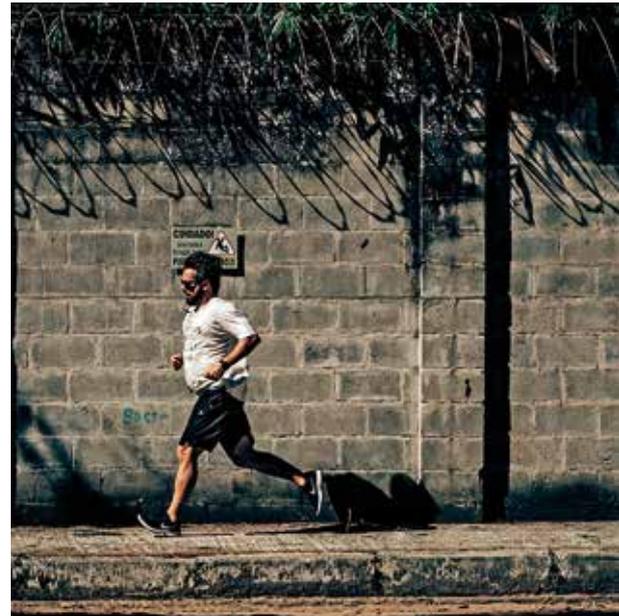


Imagen: Thom González.

lenguaje y reconocer que la obesidad no es una responsabilidad individual y debe ser tratada desde lo colectivo, con inclusión y respeto.

Conoce más y únete a nuestra “Declaratoria de profesionales de la salud de México en el Día Mundial de la Obesidad 2021”, donde nos comprometemos y nos unimos para tratar la obesidad **JUNTOS**, juntas y sin estigma. **H**

Suscríbete: forms.gle/yn1RTSeNzthGfKjJ7
Declaratoria (documento): cutt.ly/3l5O66w
Día Mundial de la Obesidad: Juntos Sin Estigma: youtu.be/F3Dm44h9q5A

Física aplicada

Metamateriales: ir más allá

Imagen: Jeongho Ha.
Metalentes acromáticas de rejilla
desarrolladas por los ingenieros
de la Universidad de California
en Berkeley. La barra de escala
es de 5 micrómetros.

Dra. María Beatriz de la Mora Mojica / betarina@gmail.com
Instituto de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico
Universidad Nacional Autónoma de México

A lo largo de estos veinte años, la *Revista Hypatia* ha abordado diferentes áreas del conocimiento y noticias en diversas ramas de la ciencia. Es momento de remembranzas y, claro, también de perspectivas. Entre los diversos temas que se han presentado hemos incluido varios relacionados con materiales y óptica. En esta ocasión, hablaremos acerca de un tipo de material que fue, en su momento, un parteaguas en la forma en la que se entendía el índice de refracción de materiales y la interacción luz materia, y cuyo desarrollo experimental se centra en estos últimos 20 años: los metamateriales y sus aplicaciones. Una de las principales ventajas evolutivas del ser humano fue la posibilidad de fabricar herramientas y utilizarlas para resolver los problemas del día a día; para ello, tuvo que aprender sobre

los materiales que le rodeaban y para qué podía utilizarlos. Así, la prehistoria incluso se ha dividido a partir del tipo de materiales que se utilizaban: la Edad de Piedra, la Edad de Cobre y, con el descubrimiento de las aleaciones, la Edad de Bronce; con ellos se mostraba el avance en el conocimiento empírico del uso de las herramientas y su estrecha relación con el progreso de la civilización. Al paso de los años y de diversas culturas, se puede ver cómo se usaban los materiales del entorno para construir viviendas cada vez más sofisticadas, al punto de que, en la actualidad, aún podemos ser testigos de la belleza de pirámides, templos y palacios que desafían el paso del tiempo.

Desde el manejo y uso de diferentes metales y aleaciones hasta el desarrollo de plásticos que toman todas las formas que deseamos, incluyendo cerámicos, maderas, estructuras basadas en carbón, semiconductores y muchos otros, el desarrollo de materiales con utilidades diversas no deja de asombrarnos. Al respecto, en este espacio se mencionará uno de los desarrollos de materiales más complejo e impresionante de las últimas décadas: los metamateriales.





Una constructora de automóviles ha desarrollado un nuevo metamaterial acústico igual o más eficaz que cualquier otro y un 75 % más ligero.

La palabra metamaterial viene del griego meta, que significa “más allá” y se refiere a materiales fabricados artificialmente, cuya estructura responde a campos electromagnéticos de forma inusual, es decir, de manera que no se observa en la naturaleza. Nosotros, en la vida diaria, estamos acostumbrados a los campos eléctricos que podemos observar en la energía que llega a nuestras casas, a campos magnéticos cuando observamos el comportamiento de un imán sobre algunos metales y a los campos electromagnéticos tales como la luz que pasa a través de nuestra ventana.

El espectro electromagnético se refiere a las ondas que están formadas por campos eléctricos y magnéticos que viajan en una dirección perpendicular respecto a éstos. Al interactuar estas ondas con materiales, éstos presentan diversos comportamientos; algunos son muy sensibles al componente de campo eléctrico, cuya propiedad se puede medir con algo llamado función dieléctrica; otros, responden con facilidad al componente de campo magnético y esto, a su vez, se mide con algo llamado permeabilidad magnética.

Resulta que, los metamateriales tienen formas geométricas tales que para ciertas condiciones tienen una respuesta con valor negativo tanto para la función dieléctrica como para la función de permeabilidad magnética. Entonces, un metamaterial se puede definir como un arreglo de materiales cuya geometría y orden permiten manipular el comportamiento de campos eléctrico y magnético; esto es, cambiar el valor de permitividad eléctrica y permeabilidad magnética, y con ello es posible modificar el comportamiento de la luz. Recientemente, también se han utilizado para controlar la propagación del sonido (metamateriales acústicos). Algunas de las formas y el tipo de orden de diversos metamateriales se pueden observar en la figura 1.

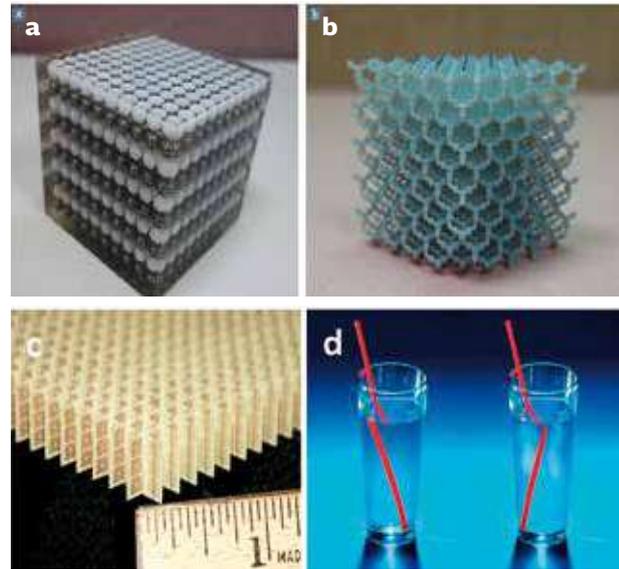


Figura 1: Metamateriales usados para efectos acústicos (a,b), metamateriales para controlar las ondas electromagnéticas en microondas, se puede observar el arreglo ordenado de estructuras metálicas (c). Observa cómo son arreglos de diferentes materiales que tienen cierta periodicidad, es decir, hay un patrón que se repite, y además combinan diferentes materiales o tienen huecos ordenados estratégicamente. Un índice de refracción negativo, como el que se presenta en metamateriales genera un efecto óptico como el de la imagen del vaso a la derecha en la figura d.

Ahora que ya tienes una idea de qué son y cómo se ven los metamateriales, es natural que te preguntes: ¿para qué sirven? Como se ha mencionado antes, los metamateriales pueden cambiar la forma en la que se comporta la luz y guiarla o desviarla, de esta manera, pueden hacerse lentes que no necesitan tener una forma curva para enfocarse y, además, puedan utilizarse para fabricar microscopios que reproduzcan con gran precisión las imágenes observadas amplificadas (siempre se pierde resolución de la imagen observada al amplificarla por efectos ópticos como la aberración); también puedes desviar la luz alrededor de un objeto, de forma que, al no ver su reflejo, no la veas, así como las capas de invisibilidad que usaba Harry Potter; o desviar la luz alrededor de un objeto de manera que ésta se comporte de forma similar a como lo hace en las fronteras de un agujero negro, pero es posible estudiar estos comportamientos en un laboratorio, al alcance de tu mano.

Otras aplicaciones son: colocar un gran número de antenas para telecomunicaciones o satélites en un espacio muy pequeño, prevención de ruido, adquirir imágenes médicas, entre muchos otros. Se estima que el mercado relacionado con el desarrollo y aplicaciones de los metamateriales representa billones de dólares.

Ahora que sabes un poco más sobre estos materiales que van “más allá”, ¿qué se te ocurre que se podría hacer en el futuro con ellos? H



Divulgación

Festejando el 20 aniversario de la Revista Hypatia

Dr. Jaime E. Arau Roffiel / jaime.ar@cenidet.tecnm.mx
 Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico

M es muy grato y agradezco el espacio en este medio, para felicitar al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos (CCYTEM), a través de su titular, el Lic. Francisco Pulido Macías, por los 20 años de existencia de la Revista *Hypatia*, la cual se ha consolidado como un ícono de la divulgación científica no sólo en Morelos sino en nuestro país y cuenta desde hace tiempo con muchísimos lectores y seguidores nacionales y en el extranjero desde los cinco continentes. De julio de 2011 a octubre de 2012, tuve el privilegio de ser el Director General del CCYTEM y me tocó constatar el impacto de esta revista, la cual fue concebida en 2001 por la Mtra. Consuelo Valverde Prado y la Mtra. Patricia Pérez Sabino,



siendo esta última la principal responsable de su fortalecimiento y crecimiento; ya que por al menos 16 de los 20 años de vida de la Revista *Hypatia* estuvo bajo su responsabilidad en el CCYTEM. Tiempo durante el cual, la vio nacer, crecer, consolidarse y casi caer (ya que en este transcurso se sufrieron reducciones drásticas de presupuesto, como en el sexenio pasado, que la hicieron tambalear); pero siempre la capacidad y entusiasmo de “Paty”, como la mayoría la conocemos, la hizo salir adelante.

Celebro que el CCYTEM haya mantenido la convicción y el presupuesto mínimo aceptable para seguir apoyando a la *Revista Hypatia*, en la que los principales divulgadores de Morelos, y del país, nos han compartido el mágico mundo de la ciencia y la tecnología de una manera perfectamente entendible para sus lectores.

Es triste conocer los problemas por los que ha pasado el CCYTEM (aún ahora que ha retomado su lugar como cabeza del sector ciencia y tecnología) para tener los elementos mínimos para realizar sus tres funciones básicas, que son: la divulgación y apropiación de la ciencia; la promoción y generación del conocimiento científico y tecnológico, y la promoción de la vinculación de la academia con la sociedad (representada por el gobierno, industria y sociedad en general). Al final, el gobierno no ha tenido la confianza de invertir lo necesario para permitir que el conocimiento apoye la generación de riqueza del estado (porque el gasto en este rubro no es un presupuesto perdido si se sabe utilizar adecuadamente).

Desde un discurso optimista, se puede decir que el CCYTEM ha retomado la responsabilidad como cabeza del sector; sin embargo, eso en la práctica es insuficiente debido al escaso presupuesto que se tiene en la actualidad, el cual depende peligrosamente de los ingresos económicos originados por las multas de los partidos políticos, que son otorgados por mandato de ley por el Congreso del Estado, con la finalidad de contar con recursos frescos de operación para sus actividades; las cuales incluyen la publicación de la *Revista Hypatia*.

Tuve la oportunidad, en su momento, de hacer recomendaciones al presente gobierno (ya como gobierno electo), cuando la desaparición de la SICYT era un hecho y, por desgracia, no me hicieron caso. Mi propuesta era que se permitiera que el CCYTEM dependiera directamente del Gobernador y que de esa manera no se viera comprometido su presupuesto, lo que permitiría al Consejo tener una influencia transversal en todas las secretarías y así propiciar una mayor sensibilidad hacia la importancia de la ciencia y la tecnología. Con todo y los argumentos de austeridad y las oportunidades de mejora sobre la estructura y administración de la SICYT, la decisión final con respecto al CCYTEM fue, en mi opinión, equivocada. A esto se le sumó la eliminación de fideicomisos muy importantes desde el gobierno federal que promovían el desarrollo estatal y regional (FOMIX) o la vinculación de la academia con la industria a través del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI). En la actualidad tenemos una situación operativa del CCYTEM muy comprometida y requiere, creo yo, de una acción conjunta de rescate y apoyo de todos los actores del sector.

Para ser propositivos ante la crítica situación actual, considero importante que, coordinados por el titular del CCYTEM, los Centros de Investigación, Instituciones de Educación Superior, academias estatales y la propia industria de base tecnológica, puedan hacer un esfuerzo



conjunto para continuar con la promoción del posgrado, la ciencia y la tecnología y la divulgación y apropiación de la ciencia, así como, desde luego, la promoción de la vinculación academia-industria. La situación no es fácil, pero debemos priorizar el uso del conocimiento para la transformación de nuestro estado y la gran disposición que siempre han tenido la academia y el sector empresarial de base tecnológica.

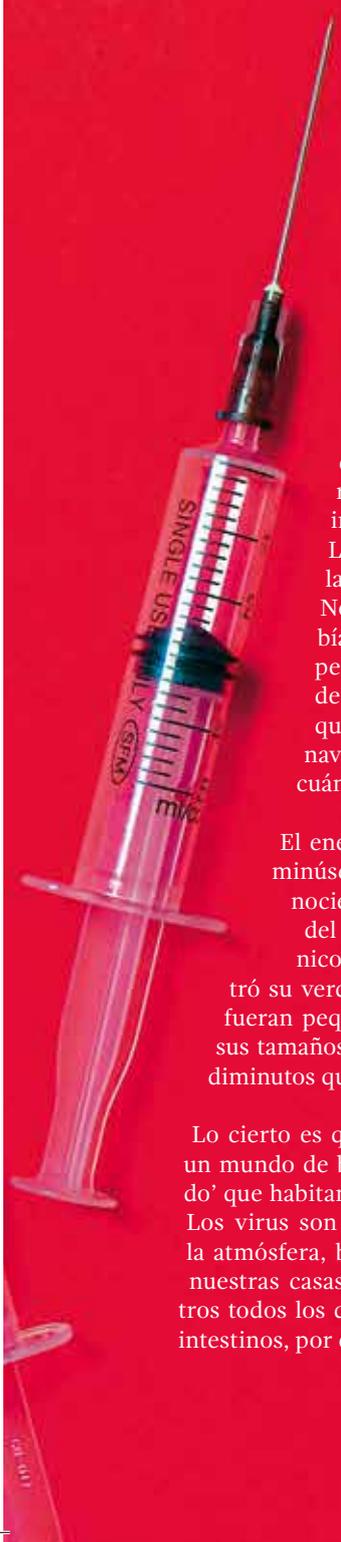
¡Muchas felicidades, *Revista Hypatia* y CCYTEM!, los seguimos necesitando como facilitadores de la consecución de los objetivos fundamentales de la ciencia y la tecnología en el estado de Morelos. **H**



La ciencia

La mejor respuesta de la humanidad frente a la emergencia sanitaria

Mtro. José Francisco Pulido Macías
jose.pulido@morelos.gob.mx
Director del Consejo de Ciencia y Tecnología
del Estado de Morelos



Algunos virólogos y ambientalistas lo habían anticipado desde hace al menos diez años. Lo que no era posible, desde luego, era pronosticar la posible fecha del surgimiento de la nueva pandemia. Sin embargo, el 11 de marzo pasado se cumplió ya un año del anuncio de la Organización Mundial de la Salud sobre la constitución de la pandemia –COVID-19– ocasionada por un coronavirus. El mundo cambió. Súbitamente interrumpimos nuestro quehacer diario. La rutina se quebró. Los días se tornaron largos y perdimos la claridad de las fechas. No estábamos seguros de si la semana había arrancado o estaba a punto de acabar. Se pensó –ingenuamente– que para el verano de 2020 la situación iba a ser ‘normal’; luego, que hacia finales del otoño; y después, para navidades. Aún no termina y no sabemos cuándo concluirá.

El enemigo en esta ocasión es verdaderamente minúsculo; tan pequeño, que los virus no se conocieron hasta finales del siglo XIX y principios del XX. La invención del microscopio electrónico en 1931 (no hace ni cien años) nos mostró su verdadero rostro. Se anticipaba que los virus fueran pequeños –pequeñísimos–, pero el rango de sus tamaños fue una sorpresa. Muchos virus son más diminutos que la bacteria más pequeña.

Lo cierto es que respiramos, caminamos y vivimos en un mundo de bacterias y de virus. El planeta ‘azul pálido’ que habitamos es un mundo de seres microscópicos. Los virus son numerosos y están por doquier: en la atmósfera, bosques, selvas, lagos, ríos y océanos; en nuestras casas, oficinas, escuelas. Conviven con nosotros todos los días, en números inimaginables. Nuestros intestinos, por ejemplo, son un paraíso para las bacterias;

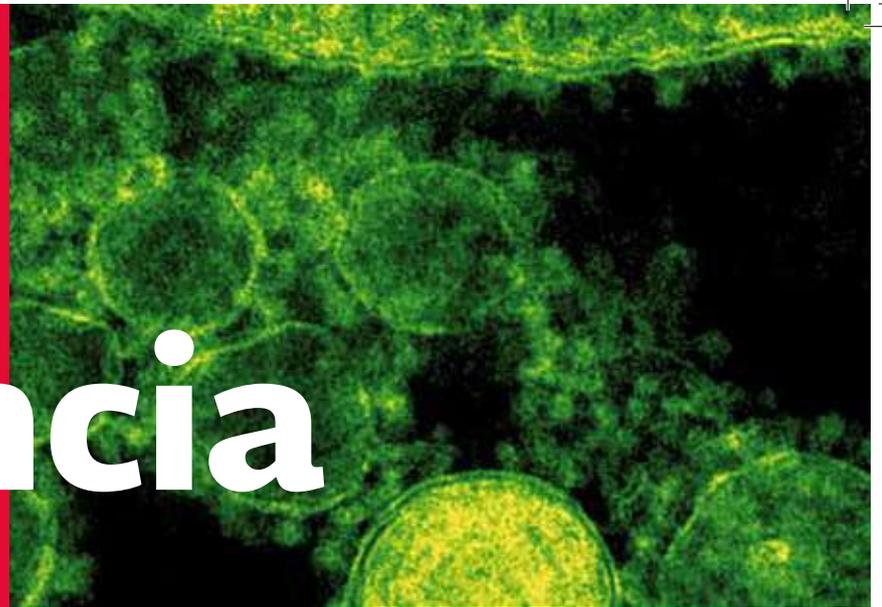
pues ahí los virus las superan en una proporción aproximada de diez a uno.

Los virus están constituidos por ácidos nucleicos y proteínas, como tú o como yo, pero no sabemos si están vivos o muertos. Fuera de las células son partículas totalmente inertes: carecen de metabolismo y de medios de reproducción. Pueden vagar por muchos años sin verse afectados por absolutamente nada.

Una vez que encuentran una célula donde reproducirse, los virus cobran vida; la controlan y la utilizan para reproducir sus ácidos nucleicos. Éstos contienen las instrucciones precisas para que la célula abandone sus funciones más básicas y se dedique, de una manera obsesiva, a la fabricación del ácido nucleico del invasor. La célula morirá; morirá pariendo millones de virus. Pavorosas noticias en el curso de una pandemia, ya que su enorme capacidad de propagación ocasionará numerosas muertes en la especie que ha invadido.

La humanidad ha reconocido que estamos a merced de un enemigo invisible, pero poderoso. Somos vulnerables, y quizá, en el siglo XXI –paradójicamente–, somos una especie más vulnerable debido a los impactos negativos que estamos ocasionando en numerosos ecosistemas de la Tierra. Los seres humanos nos hemos convertido, probablemente, en el factor más determinante del clima y del medio ambiente (sólo después del Sol) del planeta que habitamos. Somos responsables ante el planeta: provocamos incendios cada vez más fuertes; las zonas polares y glaciares se derriten; los temporales que nos azotan lo hacen con creciente ferocidad; la caza y el mercado de especies salvajes exóticas se ha multiplicado.

En consecuencia, el riesgo de que la humanidad enfrente con mayor frecuencia enfermedades infecciosas zoonóticas ha aumentado, sin duda.





La mejor
respuesta que
tuvimos frente
a la adversidad
se llama
Ciencia.

Zoonosis es un término técnico para referirnos a aquel patógeno que salta de un animal (no humano) a una persona. Al llegar a una persona se instala y provoca, en ocasiones, o bien una enfermedad o la muerte. La gripe aviar, la gripe porcina, la rabia, el ébola, el ántrax, la peste bubónica, el SARS, la gripe española y otras enfermedades infecciosas son ejemplos de zoonosis. Todas las gripes humanas son zoonóticas. Estos ‘saltos’ entre especies son usuales. La zoonosis, lamentablemente, es una palabra que usaremos con frecuencia en el futuro cercano. Sin embargo, no sólo los virus producen este tipo de enfermedades; también son ocasionadas por las bacterias, los hongos, los protistas y otros. Los virus son, sin embargo, los más problemáticos; son versátiles, esquivos y evolucionan rápidamente; son un reto formidable.

Un virus –un solo tipo de virus– quebró la rutina alrededor del mundo: las cadenas de producción globales se detuvieron; la economía mundial se frenó; la pobreza aumentó; diez o quince años de avance contra la pobreza en Latinoamérica se esfumaron; las sociedades han sufrido; se ha producido un aumento brutal de la violencia doméstica en diferentes países; se han frustrado las expectativas de una gran cantidad de mujeres, ya abrumadas por sus responsabilidades domésticas y para seguir obteniendo ingresos para sostener sus hogares; la vulnerabilidad social ha aumentado; la soledad (no deseada) se ha convertido en una forma de vida impuesta. El aislamiento está asociado al debilitamiento del sistema inmunológico, la inflamación crónica y numerosas enfermedades psiquiátricas. Las consecuencias no se limitan a lo tangible.

La mejor respuesta que tuvimos frente a la adversidad se llama Ciencia. La ciencia nos proporciona las mejores herramientas para acercarnos a la naturaleza y tratar de entenderla. La palabra *ciencia* proviene del latín *scientia*, que significa conocimiento. Conocer es comprender;



comprender es entender y transformar. La ciencia nos ha ofrecido una vacuna en plazos brevísimos y ha recuperado la esperanza para muchas personas. La solidaridad científica mostró el camino. Las pandemias son, por definición, problemas globales a los que se ha de enfrentar con conocimientos, información y novedosas técnicas de inteligencia artificial y con solidaridad internacional. Comprendamos lo siguiente: la colaboración global es la mejor manera de enfrentar una pandemia. Los conocimientos que se obtengan en los próximos años serán absolutamente imprescindibles para cuando la humanidad enfrente nuevas pandemias. El dilema está presente: invertir en más y mejor ciencia o contemplar un posible colapso de la civilización. Las vacunas son la solución, pero no nos pueden proteger si mucha gente las rechaza.

Los motivos para ponérselas tienen que ser colectivos y personales, por eso la divulgación científica adopta una importancia toral en estos momentos: es necesario divulgar. Es indispensable divulgar y hacerlo con claridad y efectividad. Durante miles de años, la humanidad explicaba las pandemias acudiendo a pseudociencias como la astrología, y su legado persiste: el virus de la gripe se llama *influenza* porque hace unos trescientos años el origen de la enfermedad se atribuyó a la *influenza* de los astros. Hoy, circulan en la red ideas tan absurdas como que hay poderes mundiales que desean inyectar chips para controlar a las personas.

La ciencia básica produce resultados que, eventualmente, tienen aplicaciones prácticas. Ésta es la razón –poderosa razón– para invertir en ciencia básica; sin embargo, el lapso entre un descubrimiento científico y su aplicación obstaculiza que los gobiernos inviertan en la ciencia. **H**

Es momento de entender que, sin ciencia, no hay futuro.

Post-antibióticos

Exploración de alternativas terapéuticas

Dr. Alberto Checa Rojas / checa@casbiotechnology.com
Dr. Andrés Andrade Domínguez / andrade@casbiotechnology.com
CAS BIOTECHNOLOGY

Nos encontramos ante una crisis de salud mundial ocasionada por un virus, el SARS-CoV-2, que causa el síndrome respiratorio agudo severo también conocido como coronavirus (COVID-19). Este virus tiene un genoma de ácido ribonucleico (RNA) y pertenece al género *Betacoronavirus*, junto con el SARS y MERS con los que tiene un parentesco de entre 80% y 50%, respectivamente. Actualmente no existen tratamientos específicos contra esta enfermedad, sin embargo, se han empleado fármacos como la hidroxicroquina y combinaciones con bromhexina o nitaxozanida, remdesivir y la azitromicina. Este último contribuye a un problema de salud que cada vez es más alarmante.

La azitromicina es un antibiótico de amplio espectro con propiedades antiinflamatorias que se receta ampliamente en pacientes con COVID-19. Recientemente se publicó un comentario en la revista *The Lancet* que menciona que existen evidencias *in vitro* de la actividad antiviral de este medicamento contra algunos virus de RNA; sin embargo, no se ha observado ningún beneficio para los pacientes con COVID-19. A pesar de no haber ningún sustento clínico, se sigue recetando para tratar pacientes con COVID-19 sin tener una infección bacteriana. Pero, ¿cuáles son las consecuencias de usar antibióticos de amplio espectro en una pandemia?

Surgimiento de bacterias resistente a los antibióticos: la herencia de COVID-19.

Evidencias científicas sugieren que, a medida que la pandemia avanza, se arrastra una probable segunda pandemia bacteriana detrás. Aunque el COVID-19 es una enfermedad viral, más de 90% de los pacientes hospitalizados son



tratados con antibióticos para prevenir infecciones secundarias. Esto puede aumentar la crisis actual de bacterias resistentes, que causan alrededor de 700 mil muertes en todo el mundo cada año.

“El uso de antibióticos en cualquier parte contribuye a la aparición de resistencia en todas partes”

Kathy Talkington
Directora del Proyecto de Resistencia a Antibióticos.

La resistencia a los antibióticos ocurre cuando microorganismos como las bacterias no son afectados por los medicamentos diseñados para matarlos y se propagan en nuestro cuerpo. Estas infecciones son difíciles de tratar y en la mayoría de los casos requieren estancias prolongadas de



Imagen: Graham Beards. Bacteriófagos infectando a una bacteria.



Pandora. Autor: Charles Edward Perugini, 1839-1918. Interpretación de Pandora personaje mítico, el cual abre un recipiente que contenía todos los males del mundo.

hospitalización y medicamentos que perjudican la salud y la economía del paciente. Además, los antibióticos afectan a las bacterias benéficas que ayudan a mantener estable nuestra salud. El uso de antibióticos hace que las bacterias que cohabitan en un hospital (nosocomiales), que, si bien ya son resistentes a diversos antibióticos y desinfectantes, adquieran nuevas resistencias. Por lo tanto, los pacientes con COVID-19 intubados son los más propensos a tener una infección nosocomial, ya que en las unidades de cuidados intensivos (UCI), es donde se originan estos brotes.

Entre las bacterias nosocomiales resistentes están los estreptococos, estafilococos, varias enterobacterias, *Pseudomonas*, *Escherichia coli*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella* y especies del género *Acinetobacter*, las cuales son las infecciones bacterianas más comunes en los pacientes de las UCI y, desafortunadamente, son las infecciones secundarias más frecuentes en pacientes con COVID-19.

Es bien conocido que estas bacterias son resistentes a la mayoría de los antibióticos y, en muchos casos, a los de última generación. Esta información pone en evidencia el problema que enfrentan las instituciones de salud ante las infecciones bacterianas asociadas al COVID-19. Las bacterias nosocomiales resistentes son una grave amenaza y un riesgo latente de provocar una nueva pandemia, debido a que estamos limitados de antibióticos para tratar las infecciones causadas por bacterias multirresistentes. Es cuestión de esperar a que las infecciones graves dejen de ser tratables con los medicamentos actuales.

El uso desmedido de los antibióticos no es exclusivo de esta pandemia. Éstos han sido ampliamente usados desde hace décadas en la producción de ganado y en mercancías de origen animal, lo que ha desencadenado una era de “superbacterias” y con lo cual se ha abierto conscientemente la Caja de Pandora.



México es considerado un país “megadiverso”, posee la mayor diversidad de animales y plantas, casi 70% de la diversidad mundial de especies.

Entonces, si los antibióticos están limitados para el tratamiento de bacterias multirresistentes, ¿qué alternativa tenemos?

A pesar de que el mundo se encuentra en la cúspide de una era posterior a los antibióticos, la naturaleza y la historia nos dan una alternativa, si volteamos al pasado y analizamos los tratamientos antes de que estos medicamentos existieran, podremos observar que eran mediante el uso de la fagoterapia. Los fagos o bacteriófagos son virus que infectan exclusivamente a bacterias; estas sustancias, a decir de la *Food and Drug Administration* (FDA), son “generalmente reconocidas como seguras” (GRAS). Sin embargo, una de las preocupaciones de la FDA es la presencia de endotoxinas y pirógenos en estos productos, debido a que estas moléculas dañan la salud.

El descubrimiento de los fagos ocurre en Inglaterra en 1915, 13 años antes del descubrimiento de la penicilina en 1928, por el escocés Alexander Fleming; el artífice de este hallazgo fue Frederick W. Twort; a su vez, Félix d’Hérelle hizo lo propio en Francia en 1917 de manera independiente; de hecho, fue el propio d’Hérelle quien nombró a estos virus como bacteriófagos y con ello sentó las bases de la fagoterapia. En 1922, d’Hérelle publicó su obra fundamental *El bacteriófago*, con lo que atrajo a empresas que se interesaron en la producción de fagos. Una de las más destacadas fue la francesa hoy conocida como L’Oréal y que antes se llamaba *Harmless Hair Dye Company*. Por desgracia, la fagoterapia no tuvo un auge importante debido a su acción específica y formulaciones inestables, a diferencia de su contraparte: los antibióticos.

Otro factor fue el poco conocimiento sobre virología y las limitadas herramientas en biología molecular que había a principios del siglo xx. La fagoterapia estaba muy

adelantada a su época. Ahora, más de 100 años después, estamos más preparados para utilizar a los fagos como herramientas para la lucha contra las bacterias resistentes e inclusive el cáncer. Varios casos clínicos reportados alrededor del mundo han mostrado éxito usando estos virus para infecciones multirresistentes entre las cuales ningún antibiótico fue eficaz.

Fagoterapia, una nueva alternativa “old-school”

El potencial de los fagos incluye a las bacterias multirresistentes, sin embargo, no todo es color de rosa; las bacterias pueden evolucionar para resistir a los fagos. Tal como en la exposición a los antibióticos, la resistencia a los fagos puede aparecer después del tratamiento. Sin embargo, existen diversos grupos de investigación en el mundo que buscan estrategias para evitar este problema. En México, y específicamente en el estado de Morelos, se encuentra el laboratorio CAS BIOTECHNOLOGY, el cual cuenta con la mayor colección de fagos contra diversas bacterias. Éstos han sido modificados genéticamente y probados en diversas bacterias de importancia para la industria pecuaria y la salud humana.

CAS cuenta con una plataforma que conjuga tecnologías de edición genómica como CRISPR-CAS, evolución dirigida y la biología sintética para su optimización y reducción de la resistencia bacteriana. Además, se aprovecha la riqueza y abundancia de fagos que existen en los ecosistemas mexicanos. Actualmente, se desarrollan aplicaciones farmacéuticas, desde medicamentos hasta aditivos para alimentos, ya que no alteran su sabor ni su calidad. Esta estrategia permitirá a la industria alimentaria sustituir compuestos químicos e incluso se podrán salvar producciones que se destruyen por contaminación de patógenos.

Es necesario considerar a la fagoterapia como una opción segura y eficiente para casos clínicos e industriales, ya que puede ser la única opción de tratamiento en infecciones por bacterias multirresistentes. Sólo si empezamos a fomentar y desarrollar la fagoterapia estaremos preparados para las nuevas pandemias que se aproximan. **H**



Imagen: Instituto Pasteur. Laboratorio de Félix d’Hérelle.



Fotografía tomada por el *Ingenuity Mars Helicopter* durante su tercer vuelo en el planeta Marte el 25 de abril del 2021.

La Astronomía en los últimos 30 años

Dra. Eréndira Huerta Martínez / eren.huerta@gmail.com
 Universidad Autónoma de la Ciudad de México
 Instituto Nacional de Astrofísica de Italia

La perseverancia del ser humano nos ha llevado a grandes descubrimientos astronómicos. En este número, con el cual festejamos el 20 aniversario de la *Revista Hypatia*, decidí hacer un recuento de los acontecimientos más destacados en el área de la astronomía. Así que, les doy la bienvenida a este viaje a través del tiempo y el espacio. Iniciamos el 20 de julio de 1969, fecha en la que la misión *Apolo 11* alunizó y los astronautas Neil Armstrong y Edwin Aldrin pisaron por primera vez la superficie de la Luna. Ocho años después, el 5 de septiembre de 1977, se lanzó la sonda *Voyager 1*, la cual se estima que ha viajado más de 19 mil millones de kilómetros, alcanzando a la Heliopausa, una parte del medio interestelar que contiene material del Sol y las estrellas más cercanas.

El planeta Marte ha sido objetivo de casi 40 exploraciones espaciales. La primera misión exitosa se llamó *Mariner 4* y se lanzó en 1964, ésta llegó a casi 9 mil 850 kilómetros de la superficie del planeta. En la década de 1990 existió un auge en la exploración a Marte; como consecuencia, fue enviado el explorador vagabundo *Rover Curiosity*, el cual encontró evidencias de agua congelada y material orgánico complejo en 2018.

A inicios de 2021 pudimos ver en vivo y en alta resolución, la llegada del *Rover Perseverance* a la superficie de

Marte, lo que nos permitirá obtener más información sobre el “Planeta rojo”.

Los ojos astronómicos

En 1992 se detectaron los primeros exoplanetas con masas del orden de la Tierra alrededor del pulsar PSR1257 + 12. En 2009, la sonda espacial *Kepler* encontró indicios de al menos 700 exoplanetas. En 2012 se estimó, por medio de lentes gravitacionales, que las estrellas de la Vía Láctea deberían tener entre 0.7 y 2.3 planetas en promedio. Hasta 2020 se tiene evidencia de más de 3 mil sistemas planetarios.



La antena en Goldstone, California recibe primeras señales del *Mariner 4*.

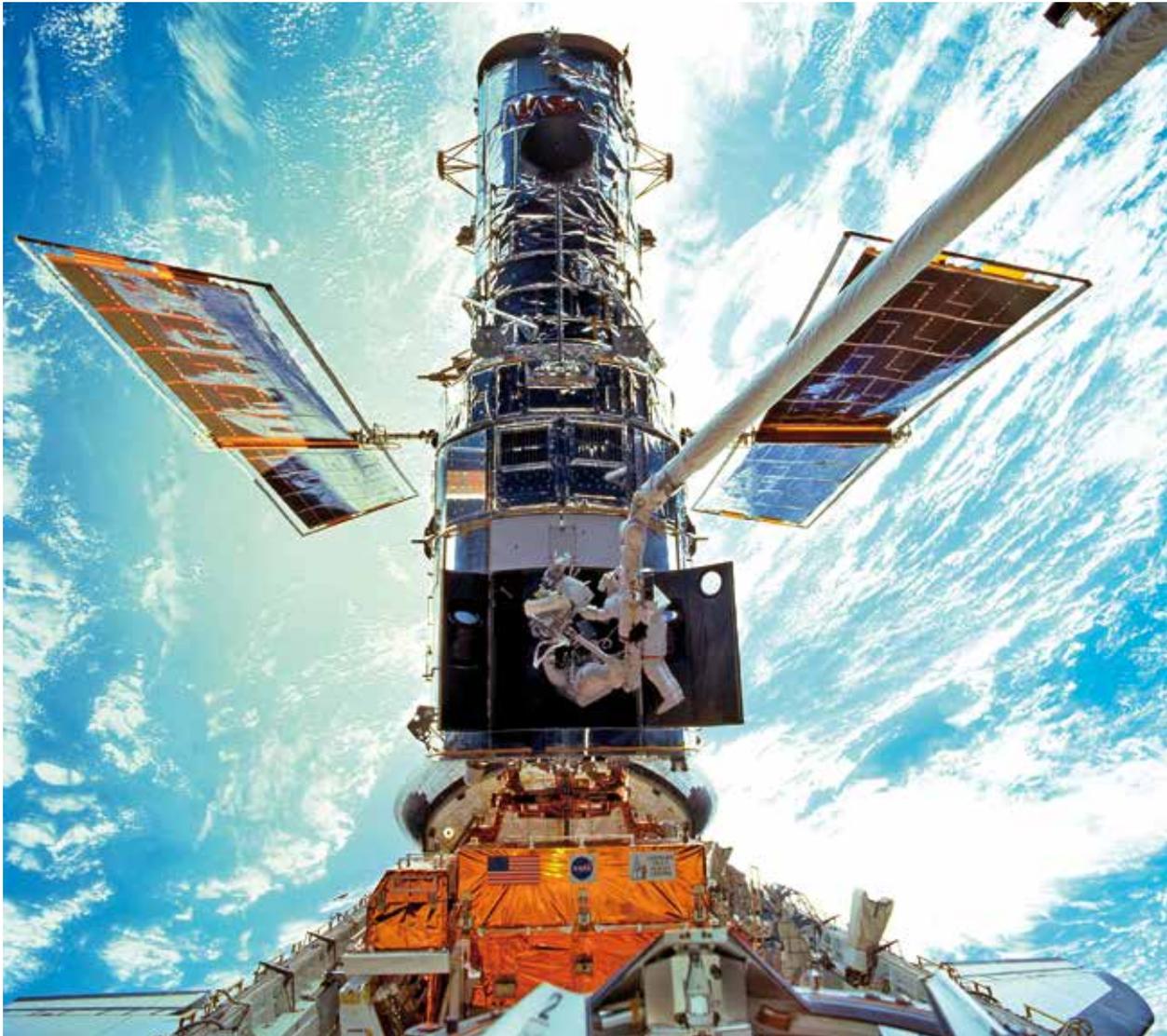


Imagen: NASA. Mantenimiento del Telescopio Espacial Hubble. Los astronautas Steven L. Smith y John M. Grunsfeld son fotografiados en una actividad extravehicular en diciembre de 1999 durante la Misión Hubble STS-103.

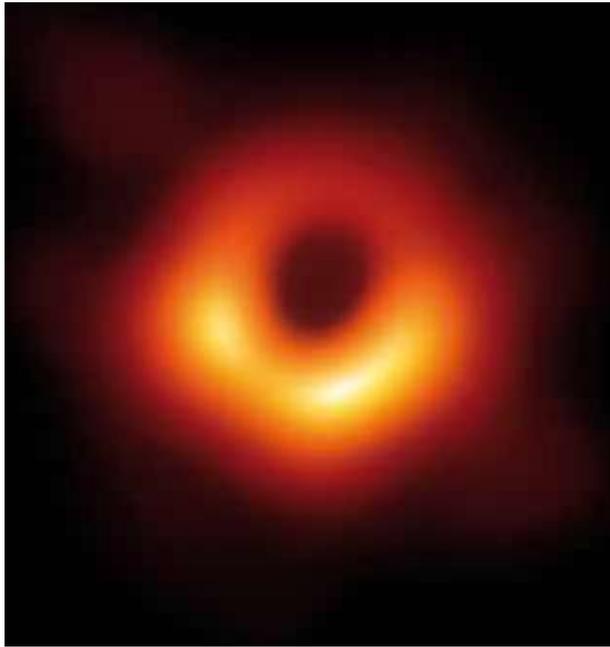
En 1989 entró en órbita el detector de microondas COBE, para explorar el universo temprano de hace casi 13.7 mil millones de años, la llamada “sopa primigenia” con partículas elementales y fotones interactuando. El último mapeo detallado del detector *Planck* (que dejó de funcionar en 2013) ha confirmado la existencia de pequeñas acumulaciones de densidad, que podrían ser las semillas de las galaxias.

El telescopio espacial *Hubble*, lanzado en 1990, es un telescopio de luz visible y ultravioleta (UV) que puede observar sin la atmósfera terrestre de por medio. En 1995 tomó la imagen más profunda del universo, cuyas unidades son las galaxias; ahora se estima que existen 2 mil millones de éstas. A partir de ahí, varios telescopios de altas energías (UV, rayos X y gamma) han sido lanzados para observar dentro y fuera de la Vía Láctea. Éstos son XMM-Newton, Chandra, Swift, Fermi, entre otros.

También se ha avanzado en el estudio de la evolución química de los elementos desde el Big Bang.

En el planeta Tierra, la radioastronomía y la interferometría (técnica que permite combinar varios detectores para simular uno solo) también han avanzado en las últimas décadas. Gracias a la primera se ha medido con alta precisión la distancia a las estrellas, se han detectado jets súper energéticos (que son chorros colimados de material hiper caliente que sale del núcleo de algunas galaxias) y se ha hecho un mapeo del universo, desde objetos del sistema solar hasta galaxias lejanas. En 2016, el interferómetro LIGO (un arreglo de dos brazos de kilómetros de longitud) captó la primera señal de ondas gravitacionales





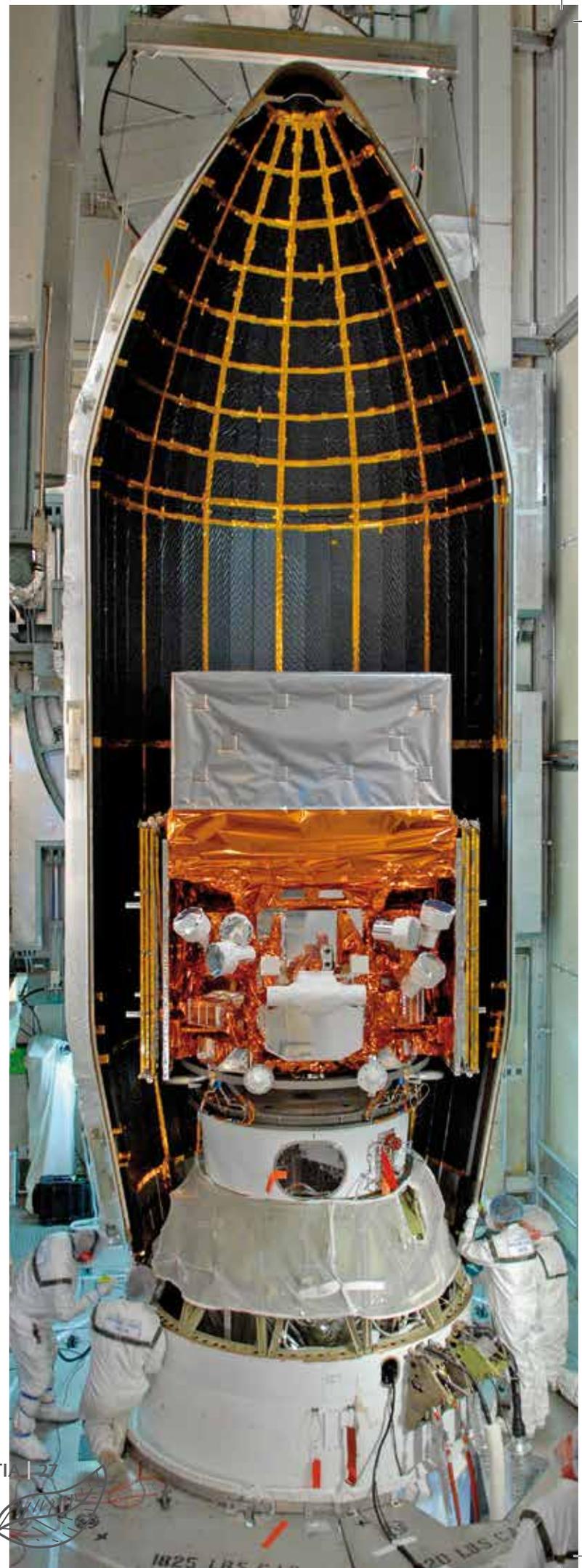
con longitudes de onda del orden de 10^{-19} metros (menos de una trillonésima parte de un metro) generada por el evento de más alta energía detectado. Instantes después, los telescopios espaciales Fermi e INTEGRAL registraron el mismo evento en una explosión de rayos gamma debida al colapso de dos agujeros negros de 30 y 35 masas solares que se convirtieron en uno solo de 62 masas solares.

Gracias al *Event Horizon Telescope*, un arreglo interferométrico de radiotelescopios repartidos por el planeta Tierra, en 2019 se obtuvo la primera imagen del horizonte de eventos (el punto de no retorno) del agujero negro supermasivo de la galaxia M87, el cual contiene alrededor de 6.2 mil millones de masas solares y se encuentra a casi 53.5 millones de años luz. Hace apenas unos días se anunció la presencia de un campo magnético en este agujero negro gracias a luz polarizada.

También se ha avanzado en el estudio de la evolución química de los elementos desde el *Big Bang* así como en la determinación de la constante cosmológica, la cual nos dice, en las más grandes escalas, si el universo es cerrado, abierto o plano. Para esto, se han utilizado las explosiones de supernovas en galaxias lejanas; éstas son la muerte de estrellas masivas y en las cuales se genera material que se recicla en el medio interestelar y que ha sido fundamental para la evolución de la vida.

Sin duda, la curiosidad nos llevará a construir mejores observatorios y, con ello, conocer nuevos fenómenos del universo y, quizá, en un futuro no tan lejano, las *Crónicas Marcianas*, de Ray Bradbury, que describen la vida de los humanos en el planeta rojo, se hagan realidad. **H**

En 2008 fue lanzado por la NASA el Fermi, Telescopio Espacial de Rayos Gamma, construido para observaciones de rayos gamma de alta energía.



Tecnología

Museo de Ciencias de Morelos

Un espacio de Ciencia en el centro de la Ciudad

Lic. Adrián Margarito Medina Canizal / adrian.medina@morelos.gob.mx
Centro Morelense de Comunicación de la Ciencia
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos

Es importante adentrarse en un museo con ojos y mente de niño. ¡Sí, así es! Como adultos, en la mayoría de los casos, estamos abrumados por el peso de la vida cotidiana y rutinaria de nuestro andar por este planeta, y esto, para algunos de nosotros, no nos permite apreciar lo que se expone en las salas de estos espacios o, tal vez, pensamos que no tenemos suficiente preparación para entender un cuadro, una forma, una obra de arte o la ciencia en general. En realidad, aquellos artistas, museógrafos o científicos que indagan y se empeñan en recrear espacios, lo que buscan es impactar emocionalmente a quien visita un museo. Por lo tanto, si nos adentramos en estos lugares con ojos y mente de niño será sorprendente y cumpliremos con el objetivo de creación de éstos. Así, esa exposición o esas salas destinadas a mostrar ciencia impactarán en nosotros para despertar la cultura científica en la sociedad.

En el centro de la ciudad de Cuernavaca, se encuentra el Museo de Ciencias de Morelos, un espacio lúdico-divulgativo que tiene como reto la reinterpretación del conocimiento científico, dejando de lado las palabras y algunos significados tan difíciles de decir y comprender para algunos de nosotros, para convertir ese conocimiento en algo que propicie que el público en general y, sobre todo, las niñas y los niños puedan comprender la ciencia de forma divertida y, al mismo tiempo, que despierte el interés y el gusto por cualquiera de sus ramas.

Desde su creación, 12 años atrás, el Museo de Ciencias de Morelos ha tenido diversas transformaciones, no sólo en su equipamiento e infraestructura, sino también en su fachada y en sus exposiciones itinerantes; aunado al basto número de investigadores, docentes, trabajadores y una incontable cantidad de estudiantes y familias que han recorrido sus pasillos y sus distintas salas, por ejemplo:





SALA DEL AGUA

Dedicada a conocer las propiedades de ésta, además de promover el uso adecuado y su importancia en el planeta. La idea principal de esta sala es, sobretodo, fomentar la cultura del agua. Cabe mencionar que el guion de esta sala fue desarrollado por investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y cuenta con equipos interactivos y cédulas informativas.



SALA DE EXPOSICIONES TEMPORALES

En donde, a lo largo de estos 12 años, no sólo se han mostrado exposiciones científicas, sino también exposiciones tales como: “La fascinante expresión de la vida: el cuerpo humano”, de la Universidad Tominaga Nakamoto del Estado de México; “El cerebro y las enfermedades neurodegenerativas”, que actualmente se tiene en exhibición; “Zapata, presente perpetuo”, de Arnaldo Coen, la cual pudo llevarse a cabo con la colaboración del Instituto Politécnico Nacional, entre muchas otras.



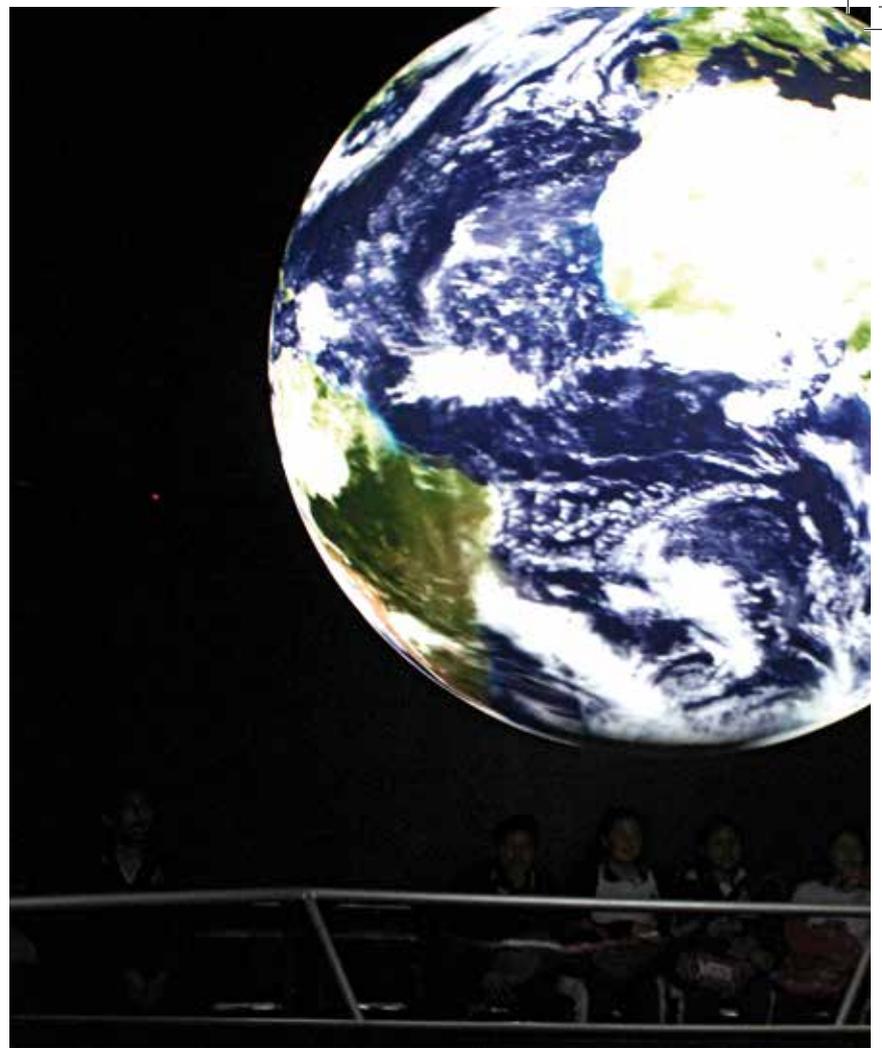
SALA DE ENERGÍA

Cuenta con 15 equipos interactivos que muestran los tipos de energía, sus formas, su importancia en la vida diaria, las fuentes que la generan, así como también sus usos.

En 2010 se inauguró la Casa de la Tierra y es parte de la red en Educación y Vigilancia Climática Global “Sir Crispin Tickell”.

Pensando en aquellos municipios del estado de Morelos que se encuentran retirados de Cuernavaca y, como sabemos, en ocasiones es complicado el traslado hasta estas instalaciones, el museo se transforma y hace trabajar motores para que la ciencia y la tecnología no se detengan y vayan hasta esos lugares a repartir conocimiento y entretenimiento con el “Tráiler de la Ciencia”, el cual va cargado de actividades que, sin lugar a dudas, despiertan el interés de chicos y grandes, además de las distintas exposiciones y talleres que el equipo de ciencia y tecnología de este museo lleva para ser cambiadas por centenares de sonrisas y gestos de sorpresa.

Sin duda, las salas antes mencionadas con las que cuenta el Museo de Ciencias de Morelos, son de gran importancia cultural y relevancia para la divulgación científica y educativa, pero no podemos dejar de mencionar el tesoro de este museo: el 27 de julio del 2010 se inauguró la Casa de la Tierra, la cual forma parte de la red de Educación y Vigilancia Climática Global “Sir Crispin Tickell”.





Ésta es una importante herramienta didáctica para la divulgación científica en materias de Ciencias del Espacio, Astronomía y Educación Ambiental sobre Cambio Climático. La Casa de la Tierra cuenta con tecnología 3D que proyecta, sobre una esfera, imágenes de diversos aspectos del universo obtenidas por satélites o sondas espaciales de la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) y de la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), distribuidas por el Instituto del Clima para su exposición; ésta es considerada un espacio invaluable, por lo que sin duda es el broche de oro perfecto para concluir la visita a este lugar.

Y tú, ¿ya sabías que tenemos este espacio en Morelos?

Debido a la emergencia sanitaria que enfrentamos desde 2020, el Museo de Ciencias ha tenido que cerrar sus puertas de manera temporal, como muchos otros espacios museográficos a nivel nacional y mundial; sin embargo, uno de los objetivos principales que conlleva esta institución es la divulgación de la ciencia, y hoy más que nunca recalcamos la importancia de la misma. Por ello, el museo se ha renovado y se ha adentrado al mundo digital, produciendo contenidos virtuales.

Ha sido un reto difícil, pero no imposible, crear materiales de diversos temas que impacten no sólo a niños y niñas, sino al público en general. Dichos programas son

transmitidos en las diferentes plataformas digitales del Museo de Ciencias de Morelos, En éstas, los usuarios podrán encontrar actividades como la “Primera Jornada Virtual del Conocimiento”, “Ciencia al Minuto”, “Un día con un investigador”, entre otros contenidos que llegan hasta los hogares de los diversos municipios de nuestro estado, así como a diferentes partes de la República Mexicana, países de América Latina e incluso de Europa.

Como parte de esta nueva era, el Museo se transforma en un museo virtual, donde espectadores de todo el mundo podrán conocer nuestros espacios, sin necesidad de visitar el estado de Morelos, pues a través de los recorridos virtuales se podrá interactuar con las nuevas actividades digitales mediante cualquier dispositivo electrónico.

El Museo de Ciencias de Morelos cumple 12 años gracias al arduo trabajo y gran labor de todo el equipo y las autoridades que hemos hecho posible esta institución, cuyo principal compromiso es con las niñas, niños y jóvenes estudiantes de diferentes niveles educativos así como con el público en general, de ofrecerles un espacio donde se consolide una cultura científica que pueda despertar la curiosidad de chicos y grandes. **H**

El Museo de Ciencias de Morelos es de tod@s y para tod@s.



Figura 1. Cascabel de cola larga adulta del Estado de Morelos (*Crotalus molossus nigrescens*).

Descubrimientos recientes:

Venenos de serpientes

M. en B. Edgar Neri Castro / edgar.neri@ibt.unam.mx
Dr. Alejandro Alagón Cano / alejandro.alagon@ibt.unam.mx
Laboratorio de Venenos y antivenenos
Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos | Instituto de Biotecnología
Universidad Nacional Autónoma de México

Durante los últimos años, la *Revista Hypatia* nos ha permitido realizar divulgación sobre los estudios de animales venenosos y sus antivenenos, informando a la población sobre la importancia de éstos en los ecosistemas y acciones que se deben realizar en caso de una mordedura o picadura. Para el 20 aniversario de la revista mostramos dos ejemplos de investigación cuyos resultados derivan en mejores tratamientos hospitalarios.

México es líder mundial en desarrollo y producción de antivenenos de serpientes. En contraste, es un país en el que hay pocos estudios con respecto a la caracterización de venenos de estos reptiles, a pesar de contar con gran diversidad de éstos (89 especies).

A nivel continental, México es el primer lugar en reptiles venenosos y a nivel mundial el segundo. En los últimos 10 años, nuestro grupo de investigación ha realizado esfuerzos importantes en el estudio de los venenos mexicanos. A continuación, describiremos los hallazgos más importantes en la caracterización de venenos y la forma en que han ayudado al mejoramiento de antivenenos.

Variación del veneno de víboras jóvenes y adultas

Se ha descubierto que la composición del veneno de algunas especies de serpientes puede ser distinta cuando son jóvenes y cuando son adultas; a estos cambios se les conoce como “variación ontogénica”, que se asocian con



la dieta. Sin embargo, aún se desconocen los mecanismos moleculares que producen los cambios. Los cambios en la composición del veneno son importantes desde el punto de vista clínico, ya que la sintomatología ocasionada por la mordedura de una serpiente joven o una adulta generan cuadros clínicos distintos, por lo que es importante caracterizar los venenos de ambas etapas en la vida de estos animales y evaluar la eficacia de los antivenenos hacia éstos.

En los últimos 10 años hemos caracterizado venenos de especies que presentan estas variaciones: un ejemplo es el de la cascabel de cola negra (*Crotalus molossus nigrescens*, Figura 1) que se puede encontrar desde el centro y hasta el norte del país. Nuestros estudios muestran que el veneno de las crías posee una proporción muy alta (de 20 a 60%) de una proteína llamada crotamina, una molécula que ocasiona parálisis rígida de los músculos; mientras que el veneno de los adultos posee porcentajes bajos de crotamina (de 1 a 5%) y porcentajes altos (de 45 a 67%) de proteínas que ocasionan hemorragias (metalo-proteasas). Una posible explicación de estas diferencias es que la crotamina ayuda a paralizar inmediatamente a sus presas (roedores) para impedir que escapen; mientras que los adultos, al alimentarse de animales más grandes, requieren venenos con mayor cantidad de enzimas que les permite predigerir el alimento. Evaluamos la eficacia de los dos antivenenos mexicanos contra el veneno de especímenes jóvenes y adultos. Los resultados mostraron que ninguno de los dos neutraliza la crotamina. Por lo anterior, actualmente realizamos distintos estudios que ayudarán a mejorar los antivenenos contra esta toxina.

Estudios con venenos de coral y la eficacia de los antivenenos

Los venenos de serpientes de coral son ampliamente conocidos por su alta potencia letal; esta fama está dada por la composición de sus venenos ya que poseen dos familias de proteínas, las fosfolipasas y las toxinas de tres dedos (3FTx, por sus siglas en inglés). Ambas familias contienen neurotoxinas que, por mecanismos distintos, ocasionan parálisis flácida de los músculos. Los antivenenos neutralizan muy bien las fosfolipasas neurotóxicas de los corales de México, mientras que los venenos que poseen abundantes 3FTx no se pueden neutralizar. Lo anterior se debe a que las 3FTx son proteínas de tamaño pequeño que, al ser inyectadas en los caballos productores de antivenenos, generan una baja respuesta inmune, por lo que no se generan suficientes anticuerpos neutralizantes, lo cual resulta en antivenenos poco eficaces.

Así las cosas, nuestra investigación ha permitido hacer propuestas para mejorar los antivenenos, una de ellas es la producción de 3FTx en bacterias para incluirlas en los esquemas de inmunización de los caballos, y con eso lograr mayor cantidad de anticuerpos contra ellas. Por fortuna, nuestros resultados son muy alentadores. **H**

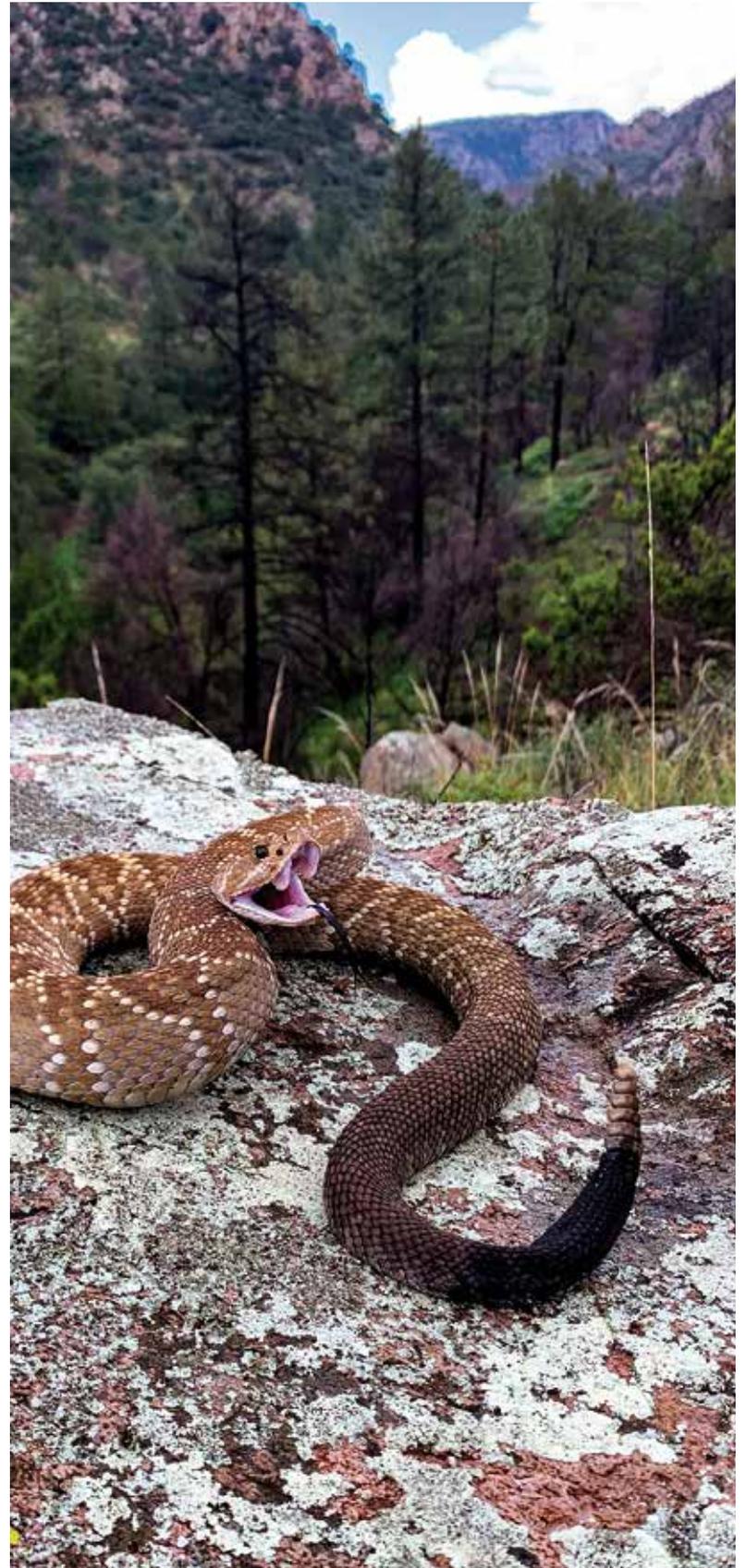


Imagen: Brandon Dietrich.



El impacto de COVID-19 en la educación e investigación

Dr. Mario Ordóñez Palacios / palacios@uaem.mx
Centro de Investigaciones Químicas
Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

A finales de febrero de 2020 aparecieron los primeros casos de personas con la enfermedad causada por COVID-19. Debido al rápido incremento de contagios en el mundo, la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 11 de marzo de 2020, declaró a esta enfermedad como pandemia; motivo por el cual en nuestro país las actividades académicas presenciales en colegios, escuelas y universidades quedaron suspendidas ese mismo mes.

A pesar de que la población mexicana ya había enfrentado y superado los efectos del sismo del 19 de septiembre de 2017, la pandemia por COVID-19 resultó de gran impacto a la población mexicana debido a la restricción de movilidad para evitar un mayor número de contagios.

Es aquí en donde se reconoce el trabajo y esfuerzo que han hecho todos los profesores, alumnos y padres de familia para continuar con el proceso de enseñanza-aprendizaje de millones de estudiantes en los diferentes niveles educativos. Sin embargo, todos los que se dedican a la enseñanza se han enfrentado a diferentes problemas, tales como la falta de cobertura de internet y la carencia de equipos

de cómputo, entre otras; motivo por el cual han hecho un gran esfuerzo para proporcionar el material de enseñanza y la forma de evaluar, todo con la finalidad de que los alumnos no pierdan sus años escolares. Sin embargo, debido a las restricciones, desafortunadamente no se ha podido cumplir con los objetivos de los cursos experimentales.

A pesar del gran esfuerzo que han hecho todos los profesores y directivos de escuelas, colegios y universidades, muchos alumnos han tenido que abandonar sus estudios en contra de su voluntad, debido principalmente a problemas económicos y familiares, ya que la pandemia ha provocado la pérdida de miles de empleos.

En particular, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), para cumplir con el compromiso adquirido con los más de 40 mil alumnos inscritos en el nivel medio superior y superior, ha promovido la capacitación de los docentes a través de cursos, asesorías y diplomados, para que adquieran las habilidades necesarias para impartir clases en línea a través de las diferentes plataformas. Adicionalmente, la mayoría de los trámites académicos y administrativos son ahora en forma digital, incluyendo la firma electrónica de los documentos, la presentación de





Imagen: Andrew Neel.



Imagen: Anthony Shkraba.

exámenes de grado, por mencionar algunas actividades que se pueden realizar de manera virtual.

Si bien es cierto que la pandemia de COVID-19 cambió la vida cotidiana de todos los universitarios; no han dejado de realizarse las actividades sustantivas, incluyendo la evaluación de los programas educativos de licenciatura e ingeniería que se ofrecen en la UAEM, por los diferentes organismos acreditadores, incluyendo los *Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES)* y el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES).

La investigación científica, social y humanística se ha visto disminuida desde el inicio de la pandemia en México y en el mundo.

Los 16 programas que fueron reconocidos por su calidad en 2020, se suman a los ya acreditados, dando un total de 95.23% de los programas reconocidos por su excelencia, y 98.17% de la matrícula que estudia en programas de calidad.

La evaluación de los programas de posgrado no son la excepción, ya que en 2020, 17 fueron evaluados y obtuvieron reconocimiento por parte del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), dando un total de 82.14% de programas reconocidos por el PNPC y 93.69% de la matrícula de posgrado que estudia en programas de calidad.

Es verdad, nos enfrentamos a días difíciles, pero no quitamos el dedo del renglón. La administración actual y los trabajadores académicos de la UAEM consideran que el desarrollo de nuestro país y su futuro depende de nuestros jóvenes; es por eso que le apuestan a la educación de calidad, con valores y acompañada del ejemplo de honestidad.

¿COVID-19 ha afectado el desarrollo de la investigación?

En diferentes foros se ha puesto de manifiesto que la investigación científica, social y humanística no es sólo el motor de desarrollo económico de un estado o país, sino que también permite mejorar la calidad de vida de las personas que lo habitan; además, estimula el pensamiento crítico, la creatividad y la innovación. Adicionalmente, con la generación de conocimiento a través de la investigación científica, social y humanística se tiene mayor capacidad para resolver problemas y generar independencia.

También es conocido que muchos de los descubrimientos en beneficio de la sociedad se han realizado en las universidades. Sin embargo, la investigación científica, social y humanística se ha visto disminuida desde el inicio de la pandemia en el mundo y en México; lo anterior debido a las restricciones de movilidad propuesta para la disminución del número de contagios. El resultado de ello ha derivado en el cierre de los laboratorios de docencia e investigación, debido al acceso restringido para las actividades esenciales, incluyendo principalmente aquellas relacionadas con la investigación del virus SARS-CoV-2, ensayos clínicos en los que se involucran a personas que participan en ellos, mantenimiento de microorganismos y muestras biológicas, así como de equipo e infraestructura.

¿Qué alumnos son los más afectados por COVID-19?

Los alumnos de licenciatura y posgrado en áreas como las ciencias naturales, químicas, biomedicina e ingenierías, entre otras, en las que deben realizar proyectos de investigación experimental para obtener el grado, han tenido que reestructurar los objetivos originales de sus trabajos e incluso cambiar el tema de investigación.

De los alumnos, los de posgrado y en especial aquellos que estudian un doctorado han sido los más afectados, dado que sus becas y el tiempo para la obtención del grado son limitados y ellos constantemente evaluados. El retraso en sus estudios puede generar mayores gastos y complicaciones al buscar una posición de trabajo u otras becas para seguir estudiando. Además, aquellos que realizan una estancia posdoctoral en las que únicamente cuentan con un año para realizar su proyecto, se han visto impedidos para realizarlo.

Uno de los objetivos de la UAEM y de otras universidades, es el reconocimiento internacional a través de la movilidad de estudiantes y académicos para realizar estancias de investigación en universidades nacionales e internacionales, estudios postdoctorales y asistencia a conferencias y congresos; sin embargo, es otra de las actividades muy afectada por la contingencia sanitaria.



¿COVID-19 ha afectado a los investigadores?

Inevitablemente la pandemia provocada por COVID-19 ha causado un cambio significativo en la investigación científica, social y humanística. Los investigadores en muchos casos han tenido que redirigir sus trabajos hacia la generación de conocimiento encaminado al diagnóstico, terapias y vacunas contra el SARS-CoV-2, incluyendo la evaluación de fármacos utilizados en el tratamiento de otras enfermedades, para explorar si éstos tienen un efecto en contra de células infectadas por el virus. Además, dado que la investigación no relacionada con COVID-19 está detenida, un gran número de científicos ha girado su investigación hacia ésta, por lo que existe la preocupación de que la ciencia básica y aplicada en otras áreas que contribuyen significativamente a la mortalidad y morbilidad, como las cardiometabólicas y el cáncer, se vea disminuida.

Otro aspecto fundamental a la que se están enfrentando los investigadores, además de no poder realizar sus investigaciones, es la colaboración con redes y grupos de investigación, las cuales se han visto disminuidas; lo más preocupante es que los fondos para estos fines cada día se ven más limitados. Finalmente, la pandemia nos debe de enseñar que debemos de proponer una mayor inversión en las áreas de salud, educación e investigación. **H**



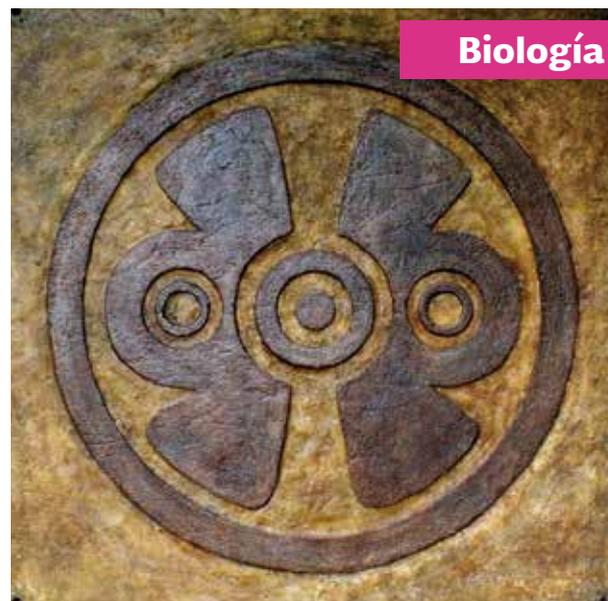
Pasado, presente y futuro

Una escuela dedicada a estudiar la vida: la Facultad de Ciencias Biológicas de la UAEM.

Biól. Samuel Aréchaga Ocampo / samuel.arechaga@uaem.mx,
Biól. Juan Carlos Sandoval Manrique / jcsandoval@uaem.mx
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

El pasado 12 de marzo, la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) cumplió 56 años de su fundación. Es por ello que, aprovechando que la *Revista Hypatia* festeja su 20 aniversario, la cual ha sido fuente de información que ha sido punto de encuentro para muchos de nuestros estudiantes e investigadores, hemos decidido participar con un artículo conmemorativo.

En 1965 se fundó la Escuela de Ciencias Biológicas (ECB) en la UAEM; esto gracias a un grupo de jóvenes deseosos



Biología

Figura 1. Representación del *Ollin*, que en náhuatl significa “movimiento perpetuo”, la figura es una de las 48 cenefas colocadas en el actual edificio de la FCB, obra del artista Hugo Ortiz Blas.

de cursar una carrera de ciencias y que no contaban con las posibilidades para trasladarse a la Facultad de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La Licenciatura en Biología de la UAEM es la cuarta más antigua en México, sólo después de los programas de la UNAM, del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Al inicio, todas las clases se impartían en un aula perteneciente a la Secretaría de Salud y Asistencia (SSA) ubicada en el





centro de Cuernavaca; posteriormente, pasó a las instalaciones de lo que hoy se conoce como la Casa de la Ciencia, y desde 1968 ha ocupado diversas sedes en el campus Chamilpa.

En sus inicios, la ECB utilizó el programa académico de la Facultad de Ciencias de la UNAM, el cual fue modificado hasta 1982; posteriormente, en 1997 y, finalmente, en 2015, siempre tomando en cuenta las necesidades sociales, académicas y de vanguardia en las ciencias naturales.

Una de las actividades fundamentales para la formación de un biólogo en Morelos es la implementación de las prácticas de campo que permiten reforzar los conocimientos teóricos, las habilidades y actitudes en diversos escenarios naturales de nuestro país. De esta forma, desde 1975, la ECB ofrece a los jóvenes, desde el curso propéutico, una formación integral que les permita conocer y profundizar en diversas áreas de las ciencias biológicas.

Fue en 1988 cuando la ECB obtuvo el estatus de Facultad de Ciencias Biológicas, gracias a la apertura del programa educativo de Maestría en Bioquímica de Enzimas, en colaboración con el IPN. Actualmente es imposible hablar de la Facultad sin mencionar tres pilares importantes en la formación de biólogos, como lo son: el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), el Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB) y el Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIBYC); cuyos investigadores forman parte de la planta docente de la UAEM.

Aunado a lo anterior, los estudiantes de biología tienen cerca otras instituciones de investigación de gran importancia; tal es el caso del Instituto de Biotecnología (IBT) y el Centro de Ciencias Genómicas (CCG) de la UNAM, así como del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), por



mencionar algunos; los cuales, con el paso del tiempo, han fortalecido la planta docente y la formación de recursos humanos de esta Facultad.

Actualmente, los programas académicos de la FCB (licenciatura y posgrado) son de calidad, mismos que la han reafirmado desde el año 2007 ante organismos y comités acreditadores a nivel nacional, con más de 2 mil alumnos titulados en su historia, una matrícula cercana a los mil estudiantes y más de 150 profesores con altos niveles de habilitación.

El futuro de la FCB es promisorio y claro: vislumbrar hacia la calidad internacional y sumar lazos de cooperación e intercambio académico y de investigación en estos nuevos tiempos, para estar siempre a la vanguardia en la enseñanza de la biología. “Educación, Investigación y Ciencia” es el lema que define a esta casa y donde se reconoce a nuestra querida Facultad de Ciencias Biológicas (Figura 1). **H**

Llegó el momento de

INNOVAR

Nuestros servicios

Incubación de empresas
de base tecnológica

Comercialización
y transferencia de tecnología

Asesorías dirigidas a la innovación en

Marketing
Jurídico
Finanzas

Administración
Investigación y desarrollo



INNOVACIÓN

TECNOLOGÍA

cemitt@morelos.gob.mx / 777 377 4414 /



CEMITT2020

Calle La Ronda 13,
colonia Acapantzingo,
Cuernavaca, Morelos.

Avenida Temixco 160,
colonia Palo Escrito,
Emiliano Zapata, Morelos.



CCyTEM
CONSEJO DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA DEL
ESTADO DE MORELOS

¡Visita nuestro sitio web y explora!

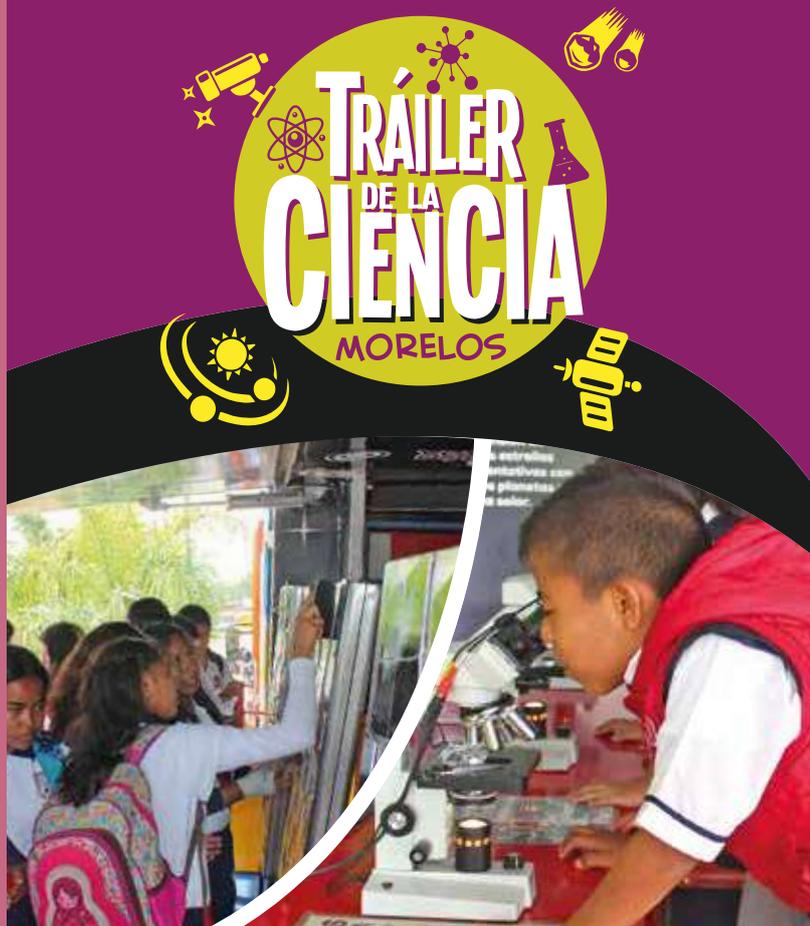
QUÉ ÉRASE HÉROES
Dijo... UNA VEZ DE LA
CIENCIA

LA COCHINILLA BIÓNICA
MINIREPORTAJES

SORPRÉNDETE
EXPERIMENTA



www.hypaclub.morelos.gob.mx



Contáctanos en:

@ cemocc@morelos.gob.mx

[museocienciasmor](https://www.facebook.com/museocienciasmor)

Museo de Ciencias de Morelos



f MUSEOCIENCIASMOR

**DESPUÉS DEL PERÍODO DE CONTINGENCIA
LOS HORARIOS SERÁN**

- Martes a viernes de 9:30 a 17:00 horas
- Sábados, domingos y días festivos de 10:00 a 17:00 horas

INFORMES

777 312 3979, extensión 8

**PARQUE SAN MIGUEL
ACAPANTZINGO**

Calle La Ronda #13, colonia Acapantzingo,
Cuernavaca, Morelos, CP 62440.



Hypatia en el catálogo de

latindex

latindex.org

