



Boletín informativo de la Academia Mexicana de Ciencias

### COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

Fabiola Trelles Ramírez Coordinadora

Elizabeth Ruiz Jaimes Jefa de información

Luz Olivia Badillo Badillo Edición y corrección

Moisés Lara Pallares Cómputo

Noemí Rodríguez González Elizabeth Ruiz Jaimes Luz Olivia Badillo Badillo Reporteras



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

Teléfono: 5849 4903 www.amc.mx

Alejandra López Iriarte Diseño editorial

En portada: Yael Chamorro Saldaña de 7 años, mención honorífica, categoría A (6 a 10 años) del Segundo Concurso Infantil sobre las Mujeres y las Niñas en la Ciencia 2019 de la AMC.

### **CONSEJO DIRECTIVO**

Dr. José Luis Morán López Presidente

Dra. Estela Susana Lizano Soberón Vicepresidenta

Dra. María Ester Brandan Tesorera

Dr. Carlos Artemio Coello Coello Secretario

Dr. Alipio Gustavo Calles Martínez Secretario

Mtra. Renata Villalba Cohen Coordinadora Ejecutiva

### **SECCIONES REGIONALES**

Centro-Occidente Dra. María Patricia Arias Rozas *Presidenta* 

Sur-Sureste Dra. Soledad María Teresa Hernández Sotomayor *Presidenta* 

Centro-Sur Dra. María del Carmen Cisneros Gudiño *Presidenta* 

Noreste Dr. Oliverio Santiago Rodríguez Fernández Presidente

Noroeste Dr. Alfredo Ortega Rubio *Presidente* 

### **ÍNDICE**



### 5 EDITORIAL

### **NOTICIAS DE LA AMC**

- **6** Especialista en biofísica, microfluídica y nanociencias ingresó como miembro correspondiente a la AMC
- 8 Entusiasmó a decenas de jóvenes la xxvIII Olimpiada Nacional de Química

### **COMUNIDAD CTI**

- 12 Legisladores y comunidad científica discutieron vías para fortalecer al sector CTI
- Hacia la construcción de un marco jurídico para el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del país
- 16 Requieren políticas públicas con perspectiva de género una correcta aplicación
- 18 Ideas y propuestas para crear instrumentos legislativos
- 20 Instituciones de educación superior se suman a la creación de la Red Ecos

### 22 GALERÍA

### **EN LA FRONTERA DEL CONOCIMIENTO**

- 38 Obtienen derivados de plantas con actividad antituberculosa
- 40 Caracterizan microbiota intestinal de población infantil mexicana
- 42 Metales pesados presentes en suelos y polvos urbanos, con efectos negativos en la salud humana

### **ENTREVISTA A...**

- 44 Aurora Hernández Machado
- 48 AGENDA



Samuel Alejandro García Santiago de 6 años, primer lugar en la categoría A (6 a 10 años) del Segundo Concurso Infantil sobre las Mujeres y las Niñas en la Ciencia 2019 de la AMC.



Este número del Boletín informativo de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), incluye en su sección "En la frontera del conocimiento", tres temas que resultan de gran interés para la salud de la población. Así, María del Rayo Camacho Corona, de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, enfoca su trabajo en plantas medicinales mexicanas, determinando su composición química y su actividad farmacológica; hasta el momento, está registrada una patente ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial de dos derivados semi-sintéticos con actividad antituberculosa. Por su parte, Sofía Morán Ramos, de la Unidad de Genómica de Poblaciones Aplicadas a la Salud, del Instituto Nacional de Medicina Genómica, ha caracterizado las diferencias en la composición y funcionalidad de la microbiota intestinal en población infantil mexicana, de niños obesos en comparación con niños delgados, para determinar la asociación con el desarrollo de alteraciones metabólicas, en interacción con factores dietarios y de estilo de vida. A su vez, Francisco Bautista Zúñiga, del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la Universidad Nacional Autónoma de México, estudia los metales pesados presentes en suelos y polvos urbanos, los cuales tienen efectos negativos en la salud humana; en enero de 2019 se publicó el estudio "Identificación de las zonas contaminadas con metales pesados en el polvo urbano de la Ciudad de México" y está por ponerse en marcha el "Sistema de monitoreo de la contaminación por metales pesados en la Ciudad de México".

Este ejemplar del *Boletín* reseña la ceremonia de ingreso como miembro correspondiente de la AMC de Aurora Hernández Machado, investigadora del Instituto de Física de la Universidad de Barcelona, especialista en biofísica, microfluídica y nanociencias. Además, se incluye una muy interesante entrevista sobre su trabajo, sus logros y su incursión en la creación de la empresa Rheodiagnostics.

Con motivo del Día de las Mujeres y las Niñas en la Ciencia, celebrado el pasado 11 de febrero, la AMC convocó al "Segundo concurso de dibujo infantil Las Mujeres y las Niñas en la Ciencia" en dos categorías: de 6 a 10 años (A), y de 11 a 15 años (B). En total, se recibieron 389 trabajos, 298 elaborados por niñas y 91 por niños, de 29 estados de la República, 168 dibujos en la categoría A y 221 en la B. Ilustramos este *Boletín* con los dibujos ganadores de los primeros, segundos y terceros lugares de ambas categorías, así como menciones honoríficas. Estamos seguros que disfrutarán la creatividad y la imaginación plasmadas en estos fantásticos dibujos.

José Luis Morán López Presidente



Aurora Hernández muestra el diploma que la acredita como miembro correspondiente de la AMC, la acompañan el presidente de la AMC, José Luis Morán, y los investigadores del Instituto de Física, Cecilia Noguez Garrido y Rafael Barrio Paredes, principal anfitrión de la científica española. Foto: Elizabeth Ruiz Jaimes/AMC.

# Especialista en biofísica, microfluídica y nanociencias ingresó como miembro correspondiente a la AMC

El 22 de marzo se realizó la ceremonia de ingreso como miembro correspondiente a la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) de la doctora Aurora Hernández Machado, investigadora de la Universidad de Barcelona.

Se trata de una física teórica que "ha realizado muy notables logros a lo largo de su carrera. Es una científica a la que le gustan los retos y los problemas complejos, y no sólo le gustan, también los sabe resolver", indicó José Luis Morán López, presidente de la AMC.

El titular de la asociación añadió que la relación de Hernández Machado con México ha sido muy notoria, ha formado estudiantes de posgrado y ha sostenido colaboraciones de relevancia mundial con investigadores del Instituto de Energías Renovables (IER), el Instituto de Física (IF) y la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), iniciativas, dijo, que se deben reconocer y fomentar.

Morán López hizo hincapié en que "en tiempos difíciles y de incertidumbre tenemos que seguir siendo aliados y seguir luchando porque la ciencia se desarrolle: sabemos que

sin educación y sin ciencia un país no tiene futuro cierto. Creo que es nuestra responsabilidad dar continuidad a proyectos que investigadores iniciaron hace décadas, consolidarlos y mantenerlos con estándares mundiales; por ello, es importante continuar y fortalecer relaciones con científicos como la doctora Aurora Hernández Machado".

Añadió que la membresía de la Academia está constituida por 2 mil 779 científicos de todas las áreas del conocimiento, incluidas las humanidades. Entre éstos, 109 son miembros correspondientes, "gente muy destacada en su campo de estudio, de los cuales hay galardonados con el Premio Nobel".

Después de las palabras de reconocimiento a la física teórica, José Luis Morán entregó el diploma a la investigadora que la acredita como miembro correspondiente de la organización, en un acto que tuvo lugar en el auditorio Alejandra Jáidar del IF y al que acudieron los investigadores que apoyaron su ingreso, físicos del instituto, así como los expresidentes de la Academia, Arturo Menchaca y Jorge Flores, entre otros invitados y académicos.

Por su parte, Cecilia Noguez, a nombre de Manuel Torres, director del IF, coincidió en que "sólo con la diversidad de mentes es posible que la ciencia mexicana tenga progresos significantes, estoy convencida de ello. Que esta ceremonia sirva para extender los puentes necesarios entre nuestras instituciones pues es muy importante estar siempre abiertos a otras comunidades".

Así, Noguez dio la bienvenida a Hernández Machado a México, a la UNAM y a la comunidad de físicos teóricos, "considere ésta su segunda institución pues es para nosotros una relevante compañera y colaboradora. Muchas gracias a la AMC por la realización de este evento y por contribuir al establecimiento de lazos con otras comunidades".

Rafael Barrios, investigador del IF y anfitrión principal de Hernández en México, comentó: "Para mí ha sido muy relevante conocer a Aurora, principalmente porque es una persona con cualidades que yo no tengo, es una de las mentes más organizadas que conozco, capaz de tener 15 diferentes proyectos

de tiempo completo y de manera simultánea. Celebro este día porque Aurora se convierte en parte de la comunidad mexicana de física".

Mariano López de Haro, del IER y uno de los proponentes de su ingreso, reseñó la semblanza de la catedrática nacida en Barcelona, España, que estudió física en la Universidad de Barcelona, donde obtuvo también el doctorado bajo la supervisión de Maxi San Miguel en 1985. Realizó una estancia postdoctoral en Alemania, en la Universidad Philips de 1985 a 1986, y se hizo acreedora a una beca en la Universidad de Pittsburgh, Estados Unidos, en 1987.

La especialista en biofísica, microfluídica y nanociencias ha ocupado distintos puestos académicos desde 1982, primero como profesora asistente de la Universidad Autónoma de Barcelona y luego desempeñó el mismo cargo en la Universidad de Barcelona, hoy en día es catedrática de física de la misma. Se integró en 1992 al Instituto de Física Teórica de la Universidad de California, y en 2008 realizó una estancia sabática en la UNAM, agregó López de Haro.

La producción científica de la doctora Hernández Machado es vasta, tiene 113 publicaciones internacionales con más de mil 500 citas. Ha supervisado nueve tesis de doctorado y ocho de maestría. Entre los reconocimientos que ha recibido, destaca la tesis de doctorado de su estudiante Félix Campelo, galardonada con el premio Outstanding Doctoral Thesis Research in Biological Physics 2010 en una competencia internacional de la American Physical Society.

En la actualidad, la investigadora mantiene colaboraciones con colegas en una docena de países, incluido México, en éste último destaca una patente registrada con la estudiante Ángeles Ivón Rodríguez Villareal, y tres proyectos vigentes de investigación con Eugenia Corvera, de la Facultad de Química; Rafael Barrio y Rodrigo Ledesma del IF.

Tras el acto protocolario, Aurora Hernández Machado impartió la conferencia "Front Microrheology of blood: aggregation and bending rigidity of red blood cells", en la que habló de sus aportaciones al estudio de las propiedades físicas de la superficie de la sangre. Luz Olivia Badillo.



Los estudiantes que obtuvieron las mejores calificaciones en los exámenes teórico, internacional y práctico de la xxvIII Olimpiada Nacional de Química serán entrenados para participar en las competencias iberoamericana e internacional de 2019. Foto: Luz Olivia Badillo/AMC.

# Entusiasmó a decenas de jóvenes la xxvIII Olimpiada Nacional de Química

Del 24 al 28 de febrero de 2019 se llevó a cabo la XXVIII Olimpiada Nacional de Química (ONQ) en la ciudad de Guanajuato, Guanajuato, con la participación de 179 jóvenes (42 mujeres, 137 hombres) de nivel bachillerato procedentes de 31 entidades federativas.

En la ceremonia de clausura y entrega de medallas de oro, plata y bronce, se dio a conocer a los preseleccionados —quienes obtuvieron las mejores puntuaciones en los exámenes teórico, internacional y práctico— que serán entrenados para representar a México en la Olimpiada Iberoamericana de Química en Oporto, Portugal, y en la Olimpiada Internacional de Química, en París, Francia.

Los preseleccionados son los sonorenses Aarón Lizárraga Acosta y Jesús Eliezer Ochoa Ceballos; los veracruzanos Uriel Santiago Hernández y Héctor Jair Jiménez García; los jaliscienses Felipe de Jesús Ramírez Salazar y Víctor Ulises Plascencia Pérez; el mexiquense Eric Reza Sámano; el chihuahuense Marcos Muñiz Aguirre; el chiapaneco Leonardo Daniel Espinosa Hernández y el sinaloense Yael Hail Soto Becerra.

Los estudiantes con conocimientos de química orgánica estuvieron clasificados en el nivel A, mientras que los que no cuentan aún con dicho saber se clasificaron en el nivel B. En total, se entregaron ocho preseas de oro para los estudiantes de la clasificación A: dos para Jalisco y una para los estados de Chiapas, Morelos, Veracruz, Chihuahua, Sonora y Sinaloa; mientras que para los de la clasificación B, se otorgaron diez de oro: tres fueron para Sonora, dos para el Estado de México y Jalisco, y una para Sinaloa, Nuevo León y Michoacán, respectivamente.

En el acto de clausura, Mauricio Castro Acuña, coordinador general de la onq, certamen que organiza la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y que promueve el interés y la vocación por las ciencias, en especial la química, comentó que era una gran satisfacción

culminar una edición más de este concurso, "sobre todo porque sabemos de los esfuerzos que muchas personas realizaron para que se pudiera llevar a cabo en momentos en que pensamos que podría no ocurrir. Es tanto lo que nos apoyaron que no podemos dejar de agradecer a la Secretaría de Educación de la entidad, la Universidad de Guanajuato, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la AMC".

Por su parte, Víctor Mejía Cobos, delegado estatal de la ONQ, felicitó a los estudiantes, "nuestros jóvenes talento que representan a nuestra amada patria", y deseó que esta participación sea uno de muchos escalones hacia su éxito profesional, académico y personal.

Adelmo Reyes Pablo, asesor de la Secretaría de Educación de Guanajuato, dijo a los participantes que eran muestra de que las cosas se están haciendo bien en el país. "Son el vivo reflejo de que atrás de ustedes hay padres dedicados, maestros comprometidos, instituciones que respaldan a los estudiantes y sociedad civil que apoya la realización de estos eventos", subrayó el representante de la titular de Educación de Guanajuato, Yoloxóchitl Bustamante.

Otro de los oradores fue Merced Rizo Carmona, director del Colegio del Nivel Medio Superior de la Universidad de Guanajuato, quien reconoció el compromiso que se asumió para realizar la XXVIII ONQ no sólo para atender los aspectos administrativos, técnicos, académicos, legales, logísticos y de infraestructura, sino para cumplir la meta de lograr que el estudiante se lleve una grata experiencia y le sirva para ser mejor persona.

Después de dichas intervenciones, se entregaron los reconocimientos a los delegados estatales de las 31 entidades participantes, así como las medallas de plata y bronce a los estudiantes de las clasificaciones A y B.

También formaron parte de la mesa de honor Antonio Ramón Zárraga Núñez, director del Departamento de Química de la División de Ciencias Naturales y Exactas del Campus Guanajuato, y Jesús Raúl Lugo Martínez, secretario académico del Nivel Medio Superior y delegado estatal de la ONQ.

#### Las pruebas teóricas y prácticas

En los exámenes los estudiantes abordaron las cuatro grandes ramas de este campo del conocimiento: química inorgánica, química orgánica, química analítica y fisicoquímica. Y aunque no es una de las áreas más fuertes al principio de la licenciatura, también se ha añadido bioquímica.

De los 179 participantes iniciales, los 100 mejores calificados en las pruebas teóricas presentaron los exámenes prácticos en los laboratorios de la División de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Guanajuato y en los Laboratorios de la Escuela de Nivel Medio Superior.

Los exámenes prácticos consistieron en pruebas de química analítica, como titular una sustancia; en química orgánica realizaron una síntesis o identificación con base en alguna característica, y en fisicoquímica hicieron termodinámica aplicada a la determinación de una constante fundamental.

El apoyo del comité organizador de la onq, integrado por los doctores Mauricio Castro, María Antonia Dosal, Armando Marín, Abel Sánchez, Fernando León, José Manuel Méndez y Octavio Reyes, es vital no sólo para la preparación de las pruebas teorías, prácticas e internacional, sino para el entrenamiento de los preseleccionados que representarán a México en las etapas iberoamericana e internacional, Luz Olivia Badillo.



Los exámenes teóricos y prácticos incluyen conocimientos de química orgánica, química inorgánica, química analítica, fisicoquímica y bioquímica. Foto: Luz Olivia Badillo/AMC.



Las pruebas experimentales se llevaron a cabo en los laboratorios de la División de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Guanajuato y en los de la Escuela de Nivel Medio Superior de la UG.



El primer día de la Olimpiada los concursantes respondieron un examen teórico de cinco horas.



Prácticas de laboratorio.



La inauguración de la xxvIII Olimpiada Nacional de Química estuvo encabezada por Yoloxóchitl Bustamante, secretaria de Educación de Guanajuato; Luis Felipe Guerrero, rector general de la Universidad de Guanajuato (ambos al centro); Merced Rizo, director del Colegio de Nivel Medio Superior; Teresita de Jesús Rendón, rectora del Campus Guanajuato; Octavio Reyes, integrante del comité organizador del la onq; y los delegados estatales del certamen (en los extremos): Víctor Mejía y Jesús Lugo.



Foto grupal de los 179 concursantes de la XXVIII Olimpiada Nacional de Química, Guanajuato, Guanajuato.



Integrantes de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados, del Senado de la República y miembros de la comunidad científica del país participaron en la inauguración y la primera sesión plenaria del Conversatorio para el análisis del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, celebrado en el Palacio Legislativo de San Lázaro. Foto: Elizabeth Ruiz Jaimes/AMC.

# Legisladores y comunidad científica discutieron vías para fortalecer al sector CTI

Legisladores de la Cámara de Diputados, del Senado de la República y representantes de la comunidad de ciencia, tecnología e innovación (CTI) del país organizaron una serie de foros para analizar y discutir la política científica mexicana en un encuentro que se realizó el 6 y 13 de marzo, en el Palacio Legislativo de San Lázaro.

La inauguración del Conversatorio para el análisis del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, convocado por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCYT), estuvo presidida por la presidenta de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados, Marivel Solís Barrera, y tuvo como integrantes de la mesa de honor a la senadora Beatriz Paredes, la diputada Tatiana Clouthier, la coordinadora general del FCCYT, Julia Tagüeña Parga; el secretario general de la ANUIES, Jaime Valls Esponda, y el presidente de la Comisión de Innovación del Consejo Coordinador Empresarial, Víctor Gutiérrez Martínez.

En la apertura de estos diálogos sobre el sistema de CTI, se expusieron reflexiones en torno a la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo del país y de cara a la elaboración de una nueva legislación sobre la materia.

La diputada Marivel Solís señaló que durante las dos jornadas del Conversatorio se escucharía a más de 120 expertos de los sectores público, social y privado, y que más de 600 asistentes solicitaron participar en las sesiones. "Más allá de la diversidad de visiones, todos los aquí presentes compartimos la misma preocupación y el mismo reto: impulsar e instrumentar una agenda estratégica orientada a lograr que la CTI sea fundamental para nuestro desarrollo económico y bienestar social", destacó la legisladora.

Aseguró que no hay país en el mundo que haya podido desplegar su capacidad de innovación y desarrollo tecnológico sin el soporte de políticas públicas que fomenten estas actividades, por lo que el gran reto es construir un marco jurídico acorde a las necesidades y a la realidad de México.

"Hay que fortalecer la formación de científicos, ingenieros, tecnólogos y la creación de nuevos centros de investigación y desarrollo enfocados a temas prioritarios, de problemas sociales que como país enfrentamos", abundó Solís y agregó que "nunca legislaremos sin antes consultar de manera amplia y plural a los interesados".

Resaltó también las gestiones que ha llevado a cabo la comisión que preside para que, como parte de la reforma educativa, la CTI sea considerada en la nueva redacción del Artículo 3º Constitucional, y con ello "darle nuevas bases al quehacer del sector".

La diputada Tatiana Clouthier expresó su satisfacción de lo que llamó "el triángulo", conformado por los sectores académico, empresarial y gubernamental. "Si lo logramos poner a funcionar, cada vez más podrá potencializarse".

Y apuntó: "Hablamos mucho de ciencia y tecnología, pero no le ponemos dinero. Quiero hacer aquí un compromiso: llegamos muy rápido a este primer presupuesto y muchas cosas entraban en juego al tener un nuevo gobierno, sin embargo, tenemos todo este año para apuntalar y poder hacer compromisos para el presupuesto que viene, y que tenemos que ir construyendo desde ahora".

Por su parte, la senadora Beatriz Paredes manifestó que el Conversatorio era muy importante, pero más trascendental era la propuesta de reforma constitucional en materia de CTI de la comisión en el tema de la Cámara de Diputados que modifica los artículos 3º y el 73º.

Estas modificaciones garantizan el derecho humano a gozar de los beneficios del progreso científico y sus aplicaciones; que el Estado apoye e incentive la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, actividades que deben realizarse con una visión de largo plazo y enfocarse en la atención y solución de los problemas naciona-

les. La propuesta, agregó, considera una responsabilidad compartida entre el Estado, los sectores social y privado de garantizar el financiamiento, conservación, desarrollo y difusión de las actividades de CTI. Es necesaria una política de Estado de largo plazo y una gran alianza con la sociedad.

Julia Tagüeña expuso que es fundamental aplicar la ciencia en la toma de decisiones "es el sueño de las sociedades más democráticas y avanzadas".

Recordó que el Conversatorio respondió al exhorto que hizo la Mesa Directiva del FCCYT con el fin de que se abriera una consulta amplia sobre la iniciativa de ley que presentó la senadora Ana Lilia Rivera el 8 de febrero. En ese sentido, invitó a aprovechar la oportunidad que ofreció el Congreso de la Unión para alcanzar consensos basados en datos, no en posiciones ideológicas.

"Convenzamos a las Cámaras que la ciencia merece un presupuesto digno para ser palanca de desarrollo de México. Luchemos juntos para que la ciencia y la tecnología sea un eje transversal del Plan Nacional de Desarrollo y podamos, con la ayuda de la sociedad, enfrentar los retos que plantean los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU", planteó.

Otro de los oradores fue Jaime Valls Esponda, secretario general ejecutivo de la Asociación Nacional de Universidad e Instituciones de Educación (ANUIES), quien destacó que "la nueva organización del Sistema Nacional de CTI debe considerar la federalización de la CTI y simplificar estructuras".

Apuntó que dicha visión debe estar presente en el diseño de todos los instrumentos jurídicos de gobernanza, planeación y financiamiento, y que el conocimiento científico y tecnológico es un bien público y social, una responsabilidad de todos, pero fundamentalmente del Estado.

Vals indicó que 90% de la investigación que se produce en el país se realiza en las 195 instituciones afiliadas a la ANUIES, "por ello asumimos con responsabilidad el compromiso de contribuir con las instituciones del Estado y de la sociedad a la construcción de un renovado Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación". Fabiola Trelles y Elizabeth Ruiz.



Los doctores Cecilia Noguez, Juan Pedro Laclette, José Luis Morán, Antonio Lazcano, Miguel Covián y Guillermo Cejudo participaron en la sesión plenaria "Marco jurídico y diseño institucional". Foto: Elizabeth Ruiz Jaimes/AMC.

# Hacia la construcción de un marco jurídico para el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del país

Para poder dar pasos hacia el desarrollo científico, tecnológico y de innovación (CTI) en México es requisito indispensable una estrategia de planeación a mediano y largo plazo que permita impulsar y alcanzar grandes objetivos. Para ello, primero se tendría que cumplir con el mandato establecido por la Ley de Ciencia y Tecnología de destinar al menos el 1% del producto interno bruto (PIB) en gasto de investigación y desarrollo experimental, señaló el presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), José Luis Morán López en la primera parte de la sesión plenaria del Conversatorio para el análisis del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Morán López detalló que otra acción deseable sería incrementar progresivamente los recursos de tal forma que se alcance el promedio de los países (2.4% del PIB) que integran la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en los próximos 10 años para el financiamiento combinado del sector público y privado (con participación 60/40%, respectivamente), ya que hoy en día el sector público aporta 70%.

"Es importante hacer notar que por primera vez la aportación destinada a la CTI inició con un decremento relevante al comienzo de la administración federal (aproximadamente 12% menos en el Ramo 38). Este decremento no sólo limita el crecimiento, sino que elimina o reduce algunos programas exitosos, por ejemplo, el programa de Cátedras Conacyt destinado a contratar investigadores jóvenes no crecerá".

José Luis Morán añadió que también se verá limitado el crecimiento y consolidación de los Centros Mexicanos de Innovación en Energía —bioenergía, eólica, geotérmia, oceánica y solar— auspiciados por la Secretaría de Energía y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Y otros dos que se tenían en proceso de formalización (captura de co<sub>2</sub> y redes eléctricas inteligentes), "es probable que no se concreten", dijo.

El presidente de la AMC igualmente subrayó la necesidad de crear mecanismos que den continuidad a los programas de desarrollo científico y tecnológico que eviten reinventar los programas cada sexenio. Propuso que el titular del Conacyt sea designado por periodos más largos a seis años y que los mandos medios y superiores de dicho organismo tengan un nombramiento que pueda trascender al cambio de la dirección general.

Juan Pedro Laclette, del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, dijo que si se pretende modificar la Ley sería conveniente que se partiera de la legislación vigente y no de la propuesta enviada por la senadora Ana Lilia Rivera. Recordó que buena parte de las opiniones de la comunidad están vertidas en el documento *Hacia la consolidación y desarrollo de Políticas Públicas en Ciencia, Tecnología e Innovación 2018-2024* y que lo deseable sería que los tomadores de decisiones lo consultaran.

No obstante, el expresidente de la AMC opinó que existen asuntos más urgentes que realizar cambios a la Ley, "por ejemplo, la reducción al presupuesto del Conacyt rebasa 40% al monto de los últimos cuatro años, en estas condiciones es difícil bajo cualquier esquema de gobernanza que la cabeza del sector conduzca exitosamente el desarrollo científico de México".

### Un divorcio innecesario

Antonio Lazcano Araujo, investigador de la UNAM y miembro de El Colegio Nacional, explicó que tras leer la propuesta de Ley de la senadora Rivera

percibió que se trata de un ajuste burocrático, una mezcla de varias leyes que implica la pérdida de capacidad de decisión de varias secretarías. "Para mí lo más grave es el divorcio enorme e innecesario entre la comunidad científica y el Conacyt. Y esto es muy peligroso. Se tienen que tomar medidas para que trabajemos de manera conjunta y evitar confrontaciones".

Cecilia Noguez, del Instituto de Física de la UNAM, habló como usuaria de la Ley y llamó a fortalecer al sector. "Lo que esperaría es que el marco legislativo se adapte con el fin de fortalecer la investigación y el desarrollo tecnológico, teniendo en cuenta que los tiempos de gobernanza no son los mismos que los de la innovación, de ahí que los proyectos deben ser de largo alcance".

Para Miguel Covián Andrade, profesor de la Facultad de Derecho de la UNAM, "sería recomendable hacer un diagnóstico para determinar qué es lo que debe atender Conacyt de manera inmediata y una vez que se cuente con la evaluación, ponernos de acuerdo sobre si se cumplen fines y objetivos, discutir las soluciones y después hacer los cambios legislativos".

Mientras que Guillermo Cejudo Ramírez, del Centro de Investigación y Docencia Económicas, planteó que primero se debe construir la política de ciencia y tecnología, y a partir de ahí identificar los mejores instrumento legales y presupuestarios. Coincidió en la necesidad de pensar en el largo plazo y blindar a la actividad de vaivenes políticos.

En la segunda parte de la mesa plenaria participaron los investigadores Norma Blázquez, del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades; Arturo Menchaca, del Instituto de Física; Fausto Kubli, de la Facultad de Derecho; José Ayala, del Instituto de Ciencias Nucleares, todos ellos de la UNAM; así como Gabriel Merino, del Centro de Investigación y Estudios Avanzados, unidad Mérida; y Margarita Solís, de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología del Estado de Jalisco. Noemí Rodríguez González.



Pese a los avances en las políticas públicas en materia de CTI con perspectiva de género, aún se requiere una implementación transversal que toque a todas las dependencias y entidades de la administración pública federal, estados y municipios. Foto: Shutterstock.

# Requieren políticas públicas con perspectiva de género una correcta aplicación

La formulación de políticas públicas con perspectiva de género es una medida para alcanzar la igualdad entre mujeres y hombres; pero no basta con diseñar líneas de acción a favor de las mujeres, hay que aplicarlas, sostuvo Julia Tagüeña Parga, coordinadora general del Foro Consultivo, Científico y Tecnológico (FCCYT).

En entrevista para la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), Tagüeña reconoció la importancia de haber incluido este tema en el Conversatorio para el análisis del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, realizado el pasado 6 de marzo en el Palacio Legislativo de San Lázaro, "y no sólo por la inclusión y la equidad, yo lo veo como un tema unificador. En estos foros de discusión necesitamos puntos de acuerdo, temas en los que lleguemos a coincidencias, y la equidad de género es uno de ellos. No creo que haya algún académico, científico, y esperaría que ningún ciudadano, que esté en contra de una igualdad total entre hombres y mujeres".

Norma Blazquez Graf, del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México, abordó este tema en el

### La política pública de equidad de género en ciencia, tecnología e innovación llega con retraso a nuestro país, señaló la especialista Norma Blazquez Graf.

Conversatorio. Expuso que existen tres plataformas legales en donde el Estado mexicano reconoce un problema social de falta de igualdad de género.

"El marco constitucional en políticas públicas de igualdad de género en ciencia, tecnología e innovación (CTI) se desarrolló en 2001 con la Ley del Instituto Nacional de las Mujeres, en 2006 con la Ley para la Igualdad entre Mujeres y Hombres y en 2013 con la Ley en Ciencia y Tecnología, siendo ésta última la que explicita la igualdad de género en CTI en un pequeño, pero muy importante párrafo que dice: El gobierno federal apoyará la investigación científica y tecnológica que contribuya significativamente a desarrollar un sistema de educación, formación y consolidación de recursos humanos de alta calidad en igualdad de oportunidades y acceso entre mujeres y hombres", destacó la investigadora.

Blazquez Graf, integrante de la AMC, consideró que el desarrollo de la política pública mexicana en CTI con perspectiva de género es resultado del trabajo y la lucha que desde hace más de 30 años han realizado grupos y organizaciones de académicas, científicas y universitarias, "hemos hecho muchas propuestas y documentos que muestran la importancia de la política científica con igualdad de género".

Y aunque este proceso ha sido lento, expuso la doctora en filosofía, el resultado es que existen leyes y decretos procesados por distintas vías, actores, partidos políticos y tiempos, entre otros factores. No obstante el avance, "la transversalización de la igualdad de género en las leyes de CTI sigue siendo un reto en términos de coordinación en todas las dependencias y entidades de la administración pública federal, los estados y municipios".

La especialista informó que un análisis realizado por la Red Mexicana de Ciencia, Tecnología y Género, de la que es coordinadora fundadora, en el que se hizo una revisión de las leyes de ciencia y tecnología y las políticas públicas en CTI por región del país mostró que todavía no hay homogeneidad y sólo en algunos estados se incluye perspectiva de género, como en la Ciudad de México y en San Luis Potosí.

En opinión de Norma Blazquez, hoy se viven momentos muy importantes en los que se deben aprovechar todos los estudios científicos que se han llevado a cabo en instancias tanto de gobierno como en universidades y otras instituciones para favorecer al sector de CTI con igualdad de género. Elizabeth Ruiz Jaimes.



El segundo día del Conversatorio para el análisis del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en la Cámara de Diputados se llevó a cabo con una nutrida asistencia. Estuvo presidido por la diputada Marivel Solís, el diputado Juan Carlos Romero Hicks y la coordinadora general del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, Julia Tagüeña Parga. Foto: Elizabeth Ruiz Jaimes/AMC.

# Ideas y propuestas para crear instrumentos legislativos

En el Conversatorio para el análisis del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) se recibió y atendió la pluralidad de comentarios y propuestas de las personas interesadas e integrantes del sector.

"Este ejercicio de parlamento abierto siempre ha perseguido un único fin: abrir las puertas de la Cámara a todos los interesados en aportar ideas para la consolidación de nuestro sistema", sostuvo la diputada Marivel Solís Barrera.

La presidenta de la Comisión de CTI en la Cámara de Diputados destacó que el Conversatorio, realizado los días 6 y 13 de marzo, "ha sido un ejercicio plural de enorme importancia para nosotros los legisladores".

Agregó que lo más relevante del encuentro "es la labor que viene: la sistematización de todas las conclusiones, preocupaciones y propuestas vertidas, y más aún, el seguimiento que hagamos para traducirlo en los instrumentos legislativos o en las reformas legales necesarias que den respuesta a estos planteamientos".

Solís Barrera informó que los presidentes estatales de ciencia y tecnología de los estados de la República también se han sumado a trabajar de manera articulada para proponer un plan para el desarrollo del país.

La legisladora resaltó que el Conversatorio ha tenido una gran respuesta de la comunidad científica y tecnológica, "ha sido todo un éxito, con una entusiasta asistencia de todo el país, de manera presencial y virtual". Dijo que a través de las diferentes plataformas digitales se registró una participación de más de cinco mil personas tan sólo el 6 de marzo. Y más de 150 organizaciones e instituciones han sido representadas en el Conversatorio desde universidades, gobiernos locales, congresos estatales, organizaciones civiles, centros públicos de innovación y asociaciones empresariales.

En la jornada del 13 de marzo, se presentaron las mesas de discusión: Desarrollo local y regional basados en CTI; Educación y recursos humanos; La importancia de la propiedad intelectual para el desarrollo científico del país; Papel de las actividades científicas para la solución de los problemas nacionales; Los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la ONU como eje transversal del Plan Nacional de Desarrollo (PND) y el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI).

El diputado Juan Carlos Romero Hicks, coordinador del grupo parlamentario del Partido Acción Nacional, recordó que el presidente del país tiene que enviar al Congreso de la Unión, a más tardar el 30 de abril, su propuesta de PND, "es la primera ocasión en que el Congreso tendrá las atribuciones para su aprobación y por ello es fundamental que la consulta sea amplia e incluyente". Manifestó que "es deseable" que el PND de la actual administración cuente con la transversalidad de CTI.

Resaltó, además, el trabajo de la diputada Marivel Solís, quien trabaja en "un dictamen para una reforma constitucional en materia de CTI que modifica a los artículos 3º y 73º constitucional, además de un mandato para construir una nueva ley general de ciencia, tecnología e innovación, de aprobarse, faltaría ir al Senado y a los Congresos estatales".

Por su parte, la coordinadora general del Foro Consultivo, Científico y Tecnológico (FCCYT), Julia Tagüeña Parga, subrayó que el actual es un momento muy importante, "todos somos conscientes de ello y por eso se ha registrado esta gran respuesta de la comunidad ante el llamado que nos hizo la Cámara de Diputados para realizar los foros".

Y añadió: "Vamos a hacer unas memorias con todas la propuestas presenciales y virtuales para que las discusiones tengan que ver con el peciti, además, —en concordancia con la Ley de Planeación del pnd— es misión del fccyt organizar las reuniones pertinentes para producir un documento sobre el peciti que se le entregará al Conacyt". Expuso que esta discusión apenas empieza.

José Mustre de León, director general del Centro de Investigación y Estudios Avanzados, destacó que "pocas veces nos hemos sentido tan escuchados e incluidos; tenemos la impresión de que este esfuerzo puede resultar en un PND muy positivo".

Consideró que dadas algunas debilidades estructurales que se tienen en el país, como son la desigualdad, la violencia y la corrupción, "en muchos casos hay una necesidad aparente de cambio inmediato; sin embargo, el sistema de investigación nacional no se puede insertar en estas debilidades estructurales, y creo que es muy importante valorar lo que ya se ha hecho. Entiendo que a veces se quieren ver resultados de impacto social y una contribución inmediata al desarrollo económico del país". Abundó que, si bien se cuenta con un sistema de CTI competitivo a nivel mundial, el tamaño de investigadores, más de 29 mil en el Sistema Nacional de Investigadores para un país con más de 120 millones de habitantes, es pequeño. "Eso dificulta que se note el impacto social y económico inmediato".

Otro aspecto que consideró pertinente fue que "como comunidad científica estamos enfocados en atender las tareas propias de la academia y nos olvidamos de comunicar de forma extensiva a la sociedad lo que hacemos y logramos".

En la apertura de la segunda y última jornada del Conversatorio también tomaron la palabra Gerardo Ibarra Aranda, presidente de la Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología; y Otilio Acevedo Sandoval, coordinador de la División de Desarrollo e Innovación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Elizabeth Ruiz y Fabiola Trelles.



Las principales instituciones de educación superior del país firmaron un convenio con el gobierno de la capital y la Secretaria de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México para la integración de la Red ECOS. Foto: Elizabeth Ruiz Jaimes/AMC.

### Instituciones de educación superior se suman a la creación de la Red Ecos

Instituciones de educación superior firmaron conjuntamente un convenio con el gobierno capitalino y la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTEI) de la Ciudad de México para conformar la Red Ecos de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México, la cual buscará solucionar problemáticas de la ciudad y con ello mejorar las condiciones de vida de la población.

"Tener a las instituciones más importantes de educación superior del país firmando un acuerdo de construcción de una red con el gobierno de la ciudad es un día de fiesta, porque no podemos pensar en la solución de los problemas de la ciudad si no están con nosotros las mejores mentes, y con la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) que se generan principalmente en estas instituciones", sostuvo la jefa de Gobierno de la Ciudad de México, Claudia Sheinbaum Pardo, en un acto oficial celebrado en el antiguo Palacio del Ayuntamiento, el 12 de marzo.

Resaltó que esta es la primera vez que se alcanza un acuerdo para constituir una red en beneficio de la ciudad; una alianza para resolver los graves problemas que afronta. "Como científica no podía ser la jefa de Gobierno si no me acercaba a la ciencia y a las instituciones de educación superior", reconoció la integrante de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC).

Sheinbaum apuntó que se deben atender de manera urgente e interdisciplinaria temas como el suministro de agua y sobreexplotación de los acuíferos, recursos naturales de la ciudad, contaminación atmosférica, nutrición, violencia, visión de género, finanzas, comunicación y difusión de la cultura; así como acercar la ciencia a la población desde edad temprana, entre otros.

La física e ingeniera ambiental añadió que "no puede hablarse de innovación si no están al mismo tiempo la ciencia, la tecnología, el gobierno, el sector social y la iniciativa privada".

Luciano Concheiro Bórquez, subsecretario de Educación Superior de México, apuntó que son 16 programas que desarrollará la Red Ecos entre los que se encuentran la inclusión y equidad, movilidad estudiantil, superación académica del profesorado y fortalecimiento de la educación media superior. "Coincidimos en que debemos transformar la educación de nuestro país de manera coordinada, facilitando la cooperación y el diálogo entre todas las esferas de gobierno y los actores educativos".

### La Red Ecos

La Red Ecos de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México "nace de la convicción de que sólo mediante el trabajo colectivo, una visión a largo plazo y el convencimiento de que podemos transformar nuestra realidad y contribuir a la construcción de la ciudad que deseamos", sostuvo Rosaura Ruiz Gutiérrez, secretaria general de la SECTEI.

La expresidenta de la AMC dijo que a partir del fortalecimiento de la educación, la aplicación del conocimiento científico, humanístico, tecnológico y artístico que ha producido la humanidad, la Red ECOS se propone contribuir a lograr un desarrollo equitativo "que reduzca la terrible y vergonzosa desigualdad económica y social que actualmente caracteriza a nuestra ciudad. El ideal es que sea una ciudad de derechos, donde el bienestar general sea la meta".

Las instituciones participantes que crearon la Red Ecos, en opinión de Rosaura Ruiz, son muestra de su invaluable trascendencia y su incuestionable compromiso histórico con el saber y la sociedad mexicana en general.

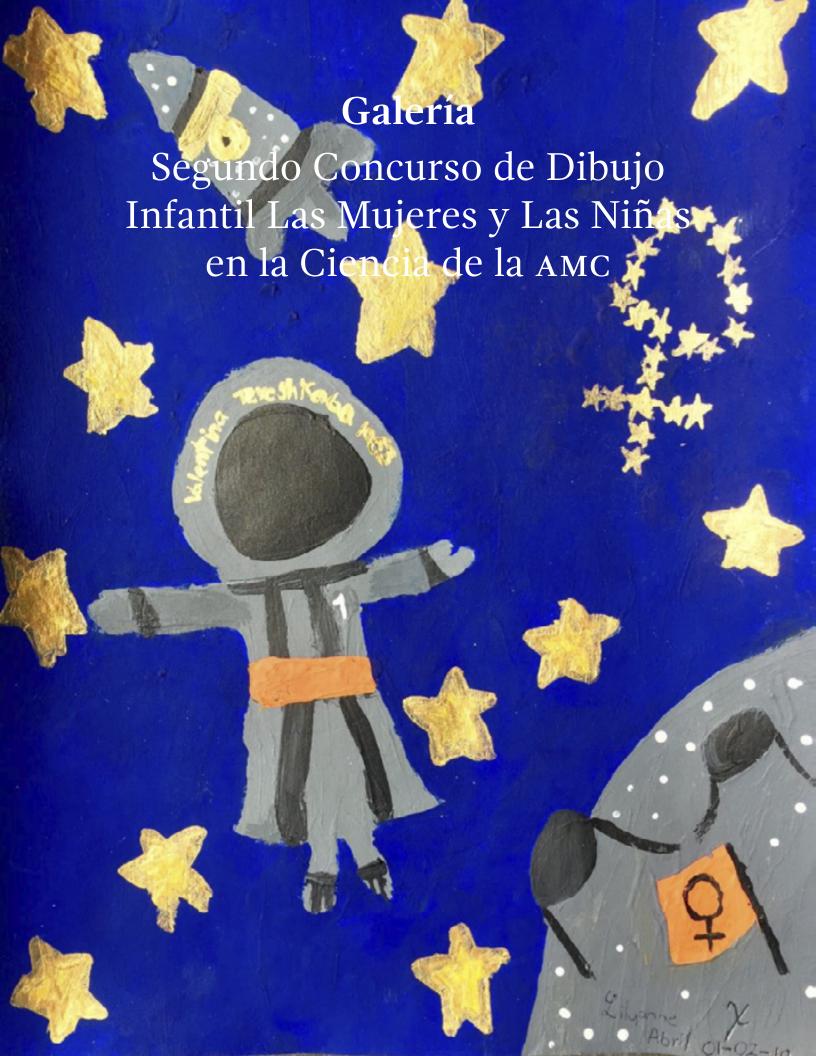
La Red, describió la funcionaria, será un vehículo para la interacción interinstitucional y marco de diversos programas que posibiliten el trabajo con metas comunes como la movilidad estudiantil, la superación académica permanente del profesorado, la formación de grupos transdisciplinarios e interinstitucionales de investigación, el desarrollo tecnológico e innovación, la creación de posgrados conjuntos y compartidos, de posgrados duales sociedad/empresa/gobierno, estancias posdoctorales, educación a distancia, mejor conectividad y red de bibliotecas, inclusión y equidad de género, actividades artísticas, culturales y deportivas.

La Red operará también una serie de proyectos específicos como el Centro de Investigaciones sobre Envejecimiento, el Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica Vallejo, el Programa Integral de Recuperación de la Cuenca Hídrica de la CDMX, el Centro de Investigaciones en materia de Agua, Energía y Sustentabilidad Alimentaria, y la creación del Instituto de Educación Superior Rosario Castellanos.

Enrique Graue Wiechers, rector de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), coincidió en que la iniciativa es "una red neuronal" conformada por instituciones de educación superior que tienen todo el potencial para transformar al país. "Es una red que podría ser una gran caja de resonancia para el resto del país", afirmó.

La directora general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, María Elena Álvarez-Buylla, manifestó su apoyo a la Red Ecos, "porque es una iniciativa totalmente congruente con los ejes centrales del nuevo Conacyt. La convergencia y los consensos nos darán como comunidad unidad, armonización y fuerza para poder incidir desde la ciencia por México".

Serán más de 40 instituciones de educación superior las integrantes de Red Ecos. El Consejo Asesor estará integrado por la UNAM, Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Autónoma Metropolitana, El Colegio de México, el Centro de Investigación y Docencia Económicas, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados y el Tecnológico Nacional de México, los titulares de estas instituciones firmaron el convenio y formaron parte de la mesa de honor. Elizabeth Ruiz Jaimes.





Arriba: Lucía Navarro Ibarra de 11 años, mención honorífica, categoría B (11 a 15 años de edad).



**Abajo:** Mirian Altuzar Castrejón de 13 años, mención honorífica, categoría B. **En la página anterior:** Lilyanne Abril Delgado García de 10 años, segundo lugar, categoría A (6 a 10 años).

**Izquierda**: Diego Fernández de Jáuregui Cabrera de 14 años, mención honorífica, categoría B. **Derecha**: María Mirley Chan Mutul de 15 años, mención honorífica, categoría B. **Abajo**: Enya Rivera Hernández de 8 años, mención honorífica, categoría A. **Siguiente página**: Dharma Ochoa González de 14 años, mención honorífica, categoría B.

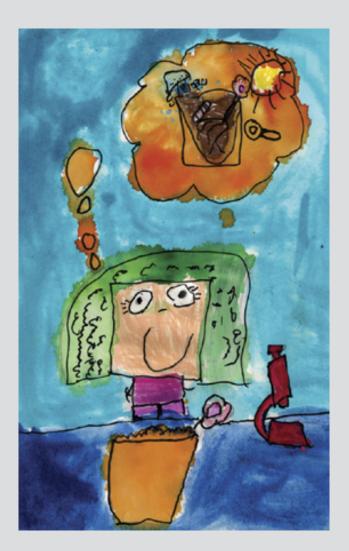






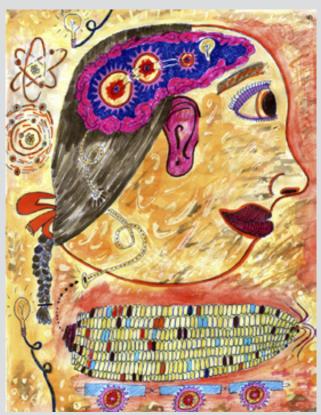


Abajo izquierda: Emily Astrid Nava Chapuli de 6 años, mención honorífica, categoría A. Abajo derecha: Evan Santiago Valdez Castillo de 6 años, mención honorífica, categoría A. Siguienta página, arriba a la izquierda: Leonardo Díaz Colín de 9 años, tercer lugar, categoría A. Siguiente página, arriba a la derecha: Millet Mendoza García de 10 años, mención honorífica, categoría A. Siguiente página, abajo: Diana Margarita Méndez Robles de 7 años, mención honorífica, categoría A.













Página anterior: Daniela Berenice Aróstegui Camacho de 13 años, mención honorífica, categoría B. Arriba izquierda: Emily Arely Rivera Esparza de 10 años, mención honorífica, categoría A. Arriba derecha: Carla Pamela Ramírez Cejudo de 9 años, mención honorífica, categoría A. Abajo izquierda: Camila Jolette Agüero Herrejón de 13 años, mención honorífica, categoría B. Abajo derecha: Angélica Patricia Arias Pesina de 13 años, mención honorífica, categoría B.

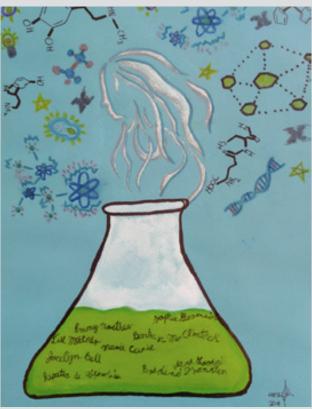












Arriba izquierda: Ixchel Zoe Ortega Luna de 12 años, mención honorífica. Arriba derecha: Antón Estévez Sánchez de 14 años, mención honorífica. Abajo izquierda: Scarlett Martínez Hernández de 11 años, mención honorífica. Abajo derecha: Joselyn Ortega Martínez de 14 años, mención honorífica. Todos son categoría B.

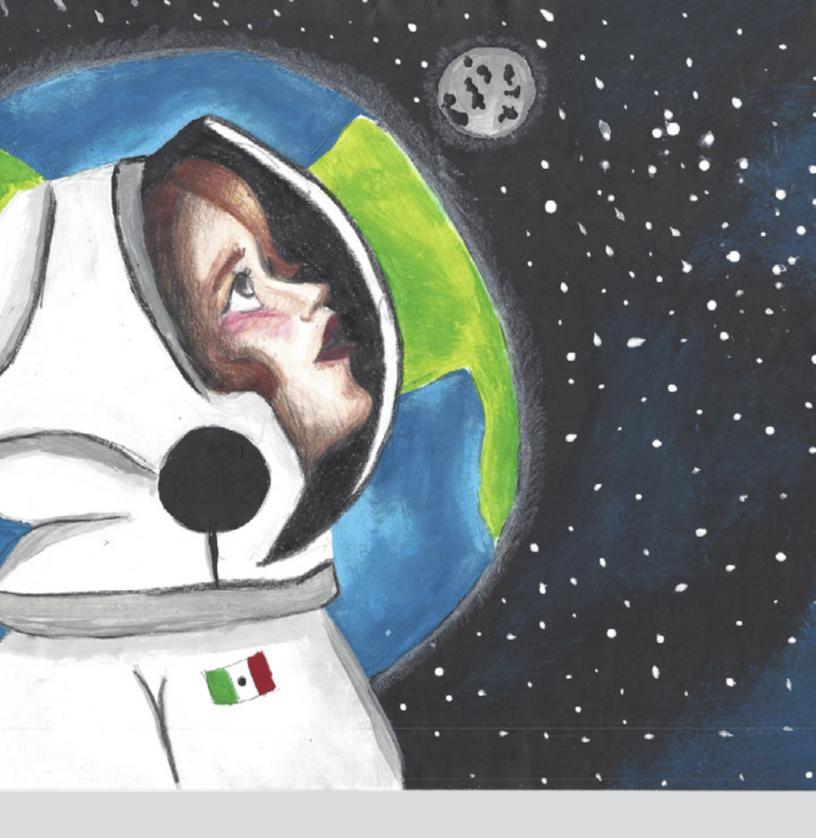




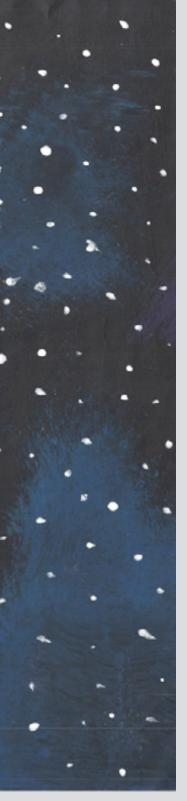


**Arriba:** Emiliana Alafita Velázquez de 7 años, mención honorífica. **Abajo:** Ximena Ekaterina Galván Jiménez de 7 años, mención honorífica. Ambos categoría A.





En esta página: Alejandra Tort Gastélum de 14 años, mención honorífica. Siguiente página, arriba: Annya Cecilia Correa Espinosa de 11 años, mención honorífica. Siguiente página, abajo: Luis David Aquino Hernández de 13 años, mención honorífica. Todos son categoría B.











**Arriba izquierda:** Fátima Paulina Muñoz de la Cruz de 15 años, mención honorífica. **Arriba derecha:** Esmeralda Tirzo García de 11 años, mención honorífica. **Abajo:** Jazmín Landeros López de 15 años, mención honorífica. Todos son categoría B.







**Arriba izquierda:** Fernando Castillo Gutiérrez de 7 años, mención honorífica, categoría A. **Arriba derecha**: Nina Margot Castro Gaínza de 12 años, primer lugar, categoría B. **Abajo izquierda**: Fernanda Romero Toxqui de 11 años, segundo lugar categoría B. **Abajo derecha**: Elim Sofía Herrera Jiménez de 14 años, tercer lugar, categoría B.







Arriba: Montserrat Ruiz Estrada de 10 años, mención honorífica. Abajo: Sebastián Rangel Herrerías de 8 años, mención honorífica. Ambos categoría A.





**Arriba:** Brisa Amaya Guzmán Aviña de 10 años, mención honorífica. **Abajo:** Aithana Escobar Flores de 9 años, mención honorífica. Ambos categoría A.





## Obtienen derivados de plantas con actividad antituberculosa

El tratamiento para la tuberculosis puede durar de seis meses a un año y en algunos casos, cuando el paciente deja el tratamiento, la bacteria que produce la enfermedad adquiere resistencia y se desarrolla la tuberculosis multifármaco resistente, cuyo tratamiento es costoso; también se pueden presentar casos de tuberculosis extremadamente fármaco-resistentes para los cuales no existen medicamentos. Para todos estos casos es necesario buscar nuevos compuestos con potencial farmacológico para tratar esta infección y las plantas nativas de México podrían ser una opción.

La tuberculosis es una enfermedad infecciosa que afecta a los pulmones y es causada por la bacteria *Mycobacterium tuberculosis*. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, en la actualidad un tercio de la población mundial está infectada con esta bacteria.

La *M. tuberculosis* suele ser asintomática en personas sanas, pero cuando su sistema inmune disminuye se desarrolla la enfermedad. Entre los síntomas de la tuberculosis pulmonar activa están: tos, dolor torácico, debilidad, pérdida de peso, fiebre y sudoración nocturna. El tratamiento para la tuberculosis consiste en cocteles de fármacos durante seis meses y hasta un año, pero muchas veces el paciente abandona el tratamiento y la bacteria adquiere resistencia.

María del Rayo Camacho Corona, de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, tiene entre sus líneas de investigación la química de productos naturales y la química medicinal. De sus estudios ha obtenido derivados semi-sintéticos que inhiben el crecimiento de bacterias a partir de productos naturales bioactivos con la finalidad de mejorar la actividad del producto natural e igualar a los fármacos usados actualmente para el tratamiento de la tuberculosis, bacterias resistentes y cáncer.

La especialista en farmacognosia se enfoca en plantas medicinales mexicanas, ya que son una fuente de metabolitos secundarios (compuestos químicos) con estructuras diversas, actividades farmacológicas y mecanismos de acción diferentes, características necesarias de analizar y conocer su potencial a profundidad, y así justificar algún uso farmacológico que se les atribuya en la medicina tradicional.

Los proyectos que Camacho Corona dirige en esta área están centrados en determinar la composición química de plantas medicinales y de su actividad farmacológica —en especial de las plantas que no han sido estudiadas previamente o de las que se conoce poco—, análisis que realiza a través de estudios químicos biodirigidos de plantas medicinales con la finalidad de aislar, purificar y caracterizar compuestos bioactivos de plantas con alguna actividad farmacológica.

La integrante de la Academia Mexicana de Ciencias ha trabajado en años recientes con las plantas Larrea tridentata o gobernadora, Cissus incisa, conocida popularmente como yerba del buey, y Hechtia glomerata, cuyo nombre común es guapilla; todas estas especies son endémicas de México y no han sido ampliamente exploradas desde el punto de vista químico y farmacológico.

En cuanto al procedimiento para el aislamiento de los compuestos bioactivos, éste se lleva a cabo por diversas técnicas como cromatografía en columna, cromatografía relámpago, cromatografía de líquidos de alta resolución, cromatografía plana preparativa, etcétera.

Posteriormente se realiza la caracterización de los metabolitos secundarios para determinar su estructura química mediante técnicas espectroscópicas (resonancia magnética nuclear, infrarrojo y uv), espectrométricas (espectrometría de masas) y difracción de rayos X. Mientras que para evaluar la actividad farmacológica de los compuestos se realizan ensayos biológicos *in vitro* con *M. tuberculosis*, bacterias resistentes y células cancerígenas.

"Hemos desarrollado derivados semi-sintéticos o productos naturales a los cuales se les han insertado diferentes grupos funcionales (arreglos de átomos) con la finalidad de aumentar la actividad biológica del producto natural. Esperamos que estos derivados luego de pasar por las pruebas *in vivo* puedan ser utilizados en el corto plazo para algún tratamiento.

Del Rayo Camacho informó que hasta el momento está registrada una patente ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial de dos derivados semi-sintéticos con actividad antituberculosa similar al fármaco etambutol que se utiliza para tratar esta enfermedad, y también se patentó un producto natural con amplio espectro antibacteriano.

Los dos productos naturales que se han usado para la obtención de los derivados semi-sintéticos son los lignanos ácido meso-dihidroguaiarético y 3-demetoxi-6-O-demetilisoguaiacina obtenidos a partir de la planta *Larrea tridentata* o gobernadora, que crece en el norte de México y sur de Estados Unidos. Noemí Rodríguez González.

Las plantas mexicanas son fuente de compuestos químicos con estructuras diversas, actividades farmacológicas y mecanismos de acción diferentes, lo que hace necesario analizarlas para conocer su potencial.



La Larrea tridentata, conocida comúnmente como gobernadora, contiene compuestos con actividad antituberculosa similares al etambutol, sustancia utilizada para el tratamiento de esta enfermedad. Foto: Naturalista.



# Caracterizan microbiota intestinal de población infantil mexicana

La obesidad y el sobrepeso están relacionadas con factores biológicos, sociales, económicos, ambientales y genéticos, y en la última década la microbiota intestinal ha surgido como un posible factor asociado al desarrollo de la obesidad y alteraciones metabólicas.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012, 73% de los mexicanos en edad adulta tiene sobrepeso u obesidad. Esta tendencia se extiende a la población infantil, ya que presenta una prevalencia nacional de 34%. Estos números colocan a México dentro de los primeros lugares en obesidad infantil en el mundo.

Lo que se sabe de la microbiota intestinal en el contexto de obesidad y sobrepeso, señaló la doctora Sofía Morán Ramos, de la Unidad de Genómica de Poblaciones Aplicadas a la Salud del Instituto Nacional de Medicina Genómica, es que aquella evoluciona con el humano desde el nacimiento y está influenciada por aspectos como la dieta, el genotipo, el uso de antibióticos, entre otros.

Diversos estudios sugieren que la urbanización de las poblaciones lleva consigo una disminución de la diversidad de la microbiota intestinal, lo cual está asociado al aumento de las enfermedades modernas; añadió que incluso en la literatura especializada se propone que se introduzca esta diversidad en el supuesto de que se podría disminuir la incidencia de obesidad y síndrome metabólico.

En lo que se refiere a los estudios de obesidad infantil y microbiota intestinal la evidencia aún es escasa, en especial en México. Por ello, el grupo en el que trabaja la investigadora caracterizó las diferencias en la composición y funcionalidad de la microbiota intestinal en población infantil mexicana, de niños obesos en comparación con niños delgados, para determinar la asociación con el desarrollo de alteraciones metabólicas, en interacción con factores dietarios y de estilo de vida.

Para realizar este estudio, el equipo de colaboradores de Morán Ramos se basó en los datos

antropométricos, bioquímicos y fecales de cerca de mil niños mexicanos (en edad escolar de 6 a 12 años), que asistieron a la convivencia infantil del Sindicato de Trabajadores de la Secretaria de Salud del 2013 al 2015. Con un cuestionario se recopiló información de antecedentes heredofamiliares, en algunos de ellos la información dietaria, estilo de vida, factores socioeconómicos, antecedentes médicos y perinatales.

"Comparamos la riqueza y diversidad de la microbiota intestinal de los niños con los niveles característicos reportados para el grupo de edad, y hallamos que estos niveles sólo se encuentran en niños con peso normal, por lo que el sobrepeso y la obesidad impiden el crecimiento, riqueza y diversidad de la microbiota intestinal".

Durante la conferencia "Factores nutrimentales asociados con la microbiota intestinal", como parte del coloquio "Obesidad y metabolismo: genómica, dieta y microbiota intestinal", Sofía Morán dijo que era importante saber cómo los niños con baja riqueza y diversidad de la microbiota del intestino podían alcanzar la diversidad normal, para lo que se requería saber qué componentes dietarios se asocian con la diversidad de la microbiota intestinal, siendo la fibra dietaria la que se asocia de manera positiva, en particular la insoluble que proviene de cereales de grano entero, leguminosas, algunas frutas y algunas verduras.

Sin embargo, "teníamos que tomar en cuenta que no sólo comemos fibra, analizamos también los patrones dietarios de estos niños para ver si importaba que comieran fibra y en qué contexto podía tener un efecto benéfico. Así, identificamos cuatro patrones dietarios de estos niños: prudente, rico en alimentos de origen animal, vegetariano y de transición".

De estos cuatro patrones dietarios se tomaron en cuenta el prudente (frutas, verduras, pescado, leguminosas y bajo en grasas saturadas y embutidos) y el rico en alimentos de origen animal (carne roja, pescado, pollo, huevo y dulces), con lo que se determinó que el mayor consumo de fibra se asocia con mayor diversidad de la microbiota intestinal en el contexto del patrón dietario prudente, lo que se traduce en que no se puede simplemente añadir fibra a nuestra dieta si no va acompañada de otros alimentos que abonen a un estilo de vida saludable.

"Se ha postulado que la fibra puede tener un efecto benéfico en la salud, ya que a partir de la descomposición que hacen las bacterias intestinales se producen ácidos grasos de cadena corta y estos al absorberse en la circulación a través de receptores específicos en tejido adiposo, en hígado y en músculo, pueden mejorar procesos de señalización de la insulina y con ello mejorar la homeostasis de glucosa", describió la especialista en enfermedades metabólicas.

Sofía Morán Ramos apuntó que si bien la dieta puede modificar la microbiota intestinal, también puede influir en cómo se asimilian los agentes dietarios. Recordó que en 2011 un grupo de investigadores encabezado por Manimozhiyan Arumugam propuso que la microbiota de las poblaciones del mundo podía clasificarse en enterotipos, los cuales están dados por la abundancia de un género en particular como puede ser *Bacteroides*, *Prevotella y Ruminococcus*. Dicha clasificación se ha confirmado en múltiples estudios en adultos incluyendo el Human Microbiome Project.

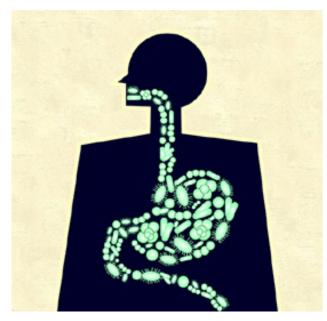
Asimismo, la presencia de los enterotipos parece estar asociada principalmente a la alimentación; el enterotipo *Bacteroides* está relacionado con mayor consumo de proteína y grasa, mientras que *Prevotella* se asocia con un enriquecimiento en el consumo de carbohidratos y fibra, por ejemplo.

"Lo que hicimos fue replicar este análisis dentro de nuestra población de niños para ver si se podían clasificar por enterotipos y aproximadamente 37% fue del enterotipo *Prevotella* y 63% del enterotipo *Bacteroides*".

Posteriormente, se procedió al análisis de los patrones dietarios de cada grupo. Así se identificó

que la fibra insoluble en la dieta de los niños mexicanos con el enterotipo *Prevotella* proviene primordialmente del frijol, y también de chícharos, lentejas, frutas y verduras.

Una de las conclusiones de este trabajo es que en el contexto de una dieta prudente, con mayor consumo de fibra insoluble, puede llevar a mayor diversidad en la microbiota, pero esta diversidad sólo va a tener efecto en la salud dentro del enterotipo *Prevotella*. Esto deja la posibilidad de utilizar a la microbiota para estratificar a las personas y poder decidir quién se va a beneficiar más de una intervención dietaria. Noemí Rodríguez González.



Diversos estudios sugieren que la urbanización de las poblaciones lleva consigo una disminución de la diversidad de la microbiota intestinal, lo cual está asociado al aumento de enfermedades como obesidad y síndrome metabólico. Foto: Shutterstock.



## Metales pesados presentes en suelos y polvos urbanos, con efectos negativos en la salud humana

Los suelos y los polvos urbanos de las ciudades son elementos del ambiente que tienen un impacto en la salud humana, ya que pueden contener metales pesados, algunos de los cuales pueden causar enfermedades, entre ellas cáncer; estudiarlos es del interés de Francisco Bautista Zúñiga, del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

El investigador destacó que los suelos tienen la capacidad de retener metales pesados, pero cuando la cantidad es elevada, el suelo ya no puede mantenerlos y se convierten en fuente de metales como plomo, cobre o zinc que son tóxicos para la salud humana si se ingieren en altas concentraciones o si se respiran, incluso en bajas cantidades.

En cuanto al polvo urbano, éste se compone de partículas provenientes del suelo, puede ser polen, semillas, ceniza, partículas liberadas al ambiente provenientes del desgaste de los edificios y casas. También las industrias, chimeneas de las casas y escapes de los automóviles emiten partículas a la atmósfera; en el corto plazo y dependiendo de las condiciones climáticas, se depositan sobre los suelos de parques, avenidas, banquetas, paredes, techos de casas y edificios, así como en las hojas de los árboles.

Los metales pesados que contiene el polvo urbano provienen del desgaste de los automóviles (frenos, catalizadores, escapes, pintura, desgaste de motor) y de las casas, así como de la descomposición de los residuos sólidos, como las botellas de plástico. Muchas de estas partículas son respirables y estos contaminantes no son registrados por los sistemas de monitoreo de la atmósfera porque se producen a nivel de suelo o piso.

Para tratar de identificar si el polvo urbano de un sitio está contaminado y con qué metales pesados, el integrante de la Academia Mexicana de Ciencias dijo que se acude al área que es objeto de estudio y se toman muestras del suelo y del polvo urbano; posteriormente, se analizan en el laboratorio con técnicas de fluorescencia de rayos X o de absorción

atómica y otros equipos para determinar la cantidad de metales pesados.

"Hemos desarrollado pruebas rápidas de identificación de metales pesados, como el color del polvo urbano como indicador de contaminación por elementos potencialmente tóxicos. Identificamos que los polvos urbanos de colores más obscuros, como grises obscuros y negro, generalmente son los que contienen mayores concentraciones de metales pesados, en especial plomo, vanadio, cobre y zinc".

Otra técnica desarrollada por el equipo de trabajo en el que participa Francisco Bautista Zúñiga, consiste en medir las propiedades magnéticas del polvo urbano para saber si una muestra está contaminada con metales pesados.

El investigador del Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental del CIGA ha creado tres aplicaciones móviles para el muestreo de suelos, polvos y plantas con el fin de que el registro de los datos de las muestras que se toman del polvo, las plantas y el suelo se realice de manera homogénea. "Los datos (número y nombre del sitio, ubicación, fecha, hora y propiedades de la muestra), se reciben en tiempo real en el servidor del proyecto y desde ahí se corrobora la calidad de la información", describió. Además, se ha desarrollado un software para el análisis de los metales pesados en suelo y polvos urbanos.

#### Focos rojos en la Ciudad de México

El doctor en ciencias por la UNAM ha estudiado el tema del polvo urbano en doce ciudades del país y seis del extranjero; entre las primeras está la Ciudad de México en donde junto con su grupo de trabajo tomó y analizó más de 500 muestras.

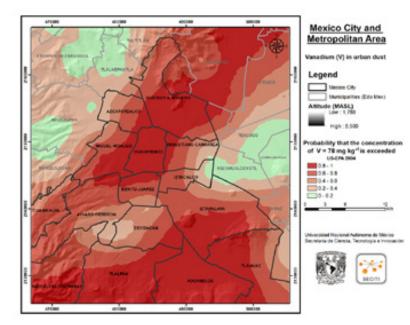
Entre los resultados que se publicaron en el estudio "Identificación de las zonas contaminadas con metales pesados en el polvo urbano de la Ciudad de México", publicado en enero de 2019, destaca que los elementos presentes en más sitios y superficies contaminadas son: cromo, zinc, cobre y plomo, y que en las muestras de suelo de la Ciudad de México estos

últimos tres metales provienen del tráfico vehicular y la industria.

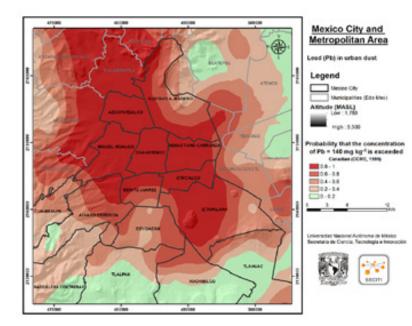
En lo que se refiere a las alcaldías con mayor índice de metales pesados, de acuerdo con las muestras que se recolectaron y analizaron, están Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero.

Acerca de las medidas que la población en general puede tomar ante la presencia del polvo urbano contaminado con metales pesados, el cual entra en contacto con la población ya sea por ingestión, inhalación o por contacto vía piel —indicó el investigador— están barrer las calles, tener plantas en las ventanas, quitarse los zapatos en la entrada de la casa y hacer caso de las recomendaciones del gobierno acerca de las condiciones en las que se encuentra este contaminante en el ambiente.

Bautista Zúñiga adelantó que está por ponerse en marcha el "Sistema de monitoreo de la contaminación por metales pesados en la Ciudad de México", en cuyo desarrollo participó, "esperamos que una vez que empiece a funcionar se logre un mejor control de los contaminantes que afectan la salud humana". Noemí Rodríguez González.



En la imagen se observan las zonas contaminadas con vanadio en polvos urbanos de la Ciudad de México y el área metropolitana. Los sectores de color rojo más intenso son en los que se identificó mayor concentración del metal pesado.



Zonas contaminadas con plomo en polvos urbanos de la Ciudad de México y el área metropolitana. Los sectores de color rojo más intenso son en los que se identificó mayor concentración de dicho metal pesado. Imágenes: cortesía del doctor Francisco Bautista.

## Aurora Hernández Machado



Aurora Hernández Machado ha creado un dispositivo con el que se pueden detectar rápidamente enfermedades por medio de muestras de sangre. Foto: Luz Olivia Badillo/AMC.

La profesora del Departamento de Física de la Materia Condensada de la Facultad de Física de la Universidad de Barcelona, España, ingresó formalmente el 22 de marzo como miembro correspondiente de la Academia Mexicana de Ciencias. Es líder mundial en biofísica, microfluídica y nanociencias. En México, tiene colaboraciones con numerosos grupos de investigación de la Universidad Nacional Autónoma de México. A continuación una entrevista realizada con motivo de su ingreso.

#### ¿Qué momento definió su gusto por la física?

AHM: Desde los 14 años cuando entré al bachillerato español. Lo vi como un mundo que me interesó, muy distinto al de la calle; un mundo que me atrajo junto con las matemáticas. Tuve la suerte de tener un profesor de física buenísimo. Normalmente la materia la imparte gente que no tiene formación en física pero mi profesor sí era físico y razonaba muy bien. Creo que la física, si no te

la cuentan bien, es una asignatura muy árida pero si aprendes a tener una intuición y a entender sus mecanismos es apasionante.

Mi padre era abogado y mi madre tenía una tienda de decoración, no tenían formación científica, pero lo que me dijeron desde pequeñita es que yo tenía que hacer una carrera universitaria, la que me gustase. Fui hija única y, aunque en esa época no era muy común, desde el primer momento mis padres me impulsaron a estudiar, sacar buenas notas en el colegio y ser independiente económicamente.

### ¿Vivió o ha vivido algún obstáculo por ser mujer y dedicarse profesionalmente a la física?

AHM: Cuando estudié física teórica en los últimos años de carrera en la Universidad de Barcelona éramos seis estudiantes en total, cuatro hombres y dos mujeres. Como proporción no estaba tan mal. Éramos muy poquitos en comparación con la cantidad de alumnos de ahora, hombres y mujeres. El

problema, creo, viene después, al continuar en una carrera profesional que demanda mucha concentración y que es difícil de compaginar con una familia.

La mujer en ese caso lo tiene más complicado que un hombre. Pero yo nunca me he sentido discriminada: cuando he puesto esfuerzo, he conseguido. Y cuando hubo dificultades para conseguir una plaza, mis compañeros hombres de la misma edad también la tuvieron, nunca por ser mujer.

#### ¿Podría platicar sobre el apoyo a la ciencia en España actualmente?

AHM: Hemos mejorado mucho en la época de la transición - que inició en la década del 70- y era clarísimo que había cada vez más financiamiento e interés por parte del gobierno a la ciencia; desgraciadamente, la crisis económica de 2008 fue brutal, los recortes públicos fueron hacia la ciencia y eso no se puede hacer, no se puede dejar a grupos de investigación sin dinero. Por años no se crearon nuevas plazas, como consecuencia, generaciones de estudiantes se han tenido que ir al extranjero a trabajar. Y pasa que la gente que sale muy bien preparada de las universidades encuentra puestos de investigación en cualquier lugar del mundo; no está mal que salgan pero es importante que otros vengan y que haya un flujo continuado hacia adentro y hacia afuera. En España, una gran cantidad de investigadores ahora se están jubilando y no hay gente que los sustituya, urgen plazas para jóvenes para ocupar ya, si no ¿quién dará las clases en las universidades?

Creo que ha habido muy poco cuidado con hacer un financiamiento estable y eso es para quejarse, pero el progreso en un periodo largo es clarísimo. Han habido programas para atraer a extranjeros a Cataluña, lo que ha ayudado a que el nivel de la ciencia en España sea muy bueno. Con el dinero que se aporta —cuyo mayor problema es que no es continuo— se han hecho cosas muy positivas.

### En este contexto ¿le ha sido posible crear y desarrollarse académicamente?

**AHM:** Hice mi tesis doctoral en Barcelona e hice un posdoc pagada por el gobierno español. Tuve una beca en Estados Unidos y otra en Alemania. Nunca

he padecido problemas económicos para hacer mi investigación. Cuando regresé a España, obtuve financiamiento estupendamente, luego empecé un laboratorio —aunque soy física teórica— y he tenido dinero para montarlo en la Facultad de Física en la Universidad de Barcelona; también he obtenido apoyo del Centre de Recerca Matemàtica (скм) para crear otro laboratorio. En este momento tengo dos laboratorios y hemos contado con el dinero para hacerlo. Te lo puedes arreglar para, si falta dinero por un lado, encontrarlo por otro. Mi carrera ha sido lo que yo esperaba, sin duda. De hecho, registramos una patente y creamos una empresa con la labor investigadora de ciencia básica que empecé hace 15 años. La startup ha recibido apoyo de una fundación estadounidense que se llama mVentures que tiene un sitio en Barcelona y hemos hecho rondas de dinero para conseguir el presupuesto para el negocio. Yo he puesto dinero también. Empezamos en abril del año pasado y nos está yendo fabulosamente. En este momento estoy haciendo investigación básica con unos estudiantes, experimentos con otros, y estoy al frente de mi empresa con seis empleados. Tengo todo lo que quería.

#### ¿Qué ofrece esta nueva empresa?

AHM: Empecé estudiando la sangre, los glóbulos rojos o células rojas cuyas propiedades de rigidez o blandura nos brindan información. Sabemos que cuando son células sanas son muy blandas y pueden pasar por microcapilares celulares sin dificultad. Cuando hay enfermedades, por ejemplo, malaria, las células sanguíneas se endurecen y no son capaces de deformarse al circular por dichos microcapilares; en este caso, la gente puede morir por un derrame celular.

La empresa se llama Rheodiagnostics, *rheo* es una palabra griega que significa movimiento, en alusión al estudio del movimiento de los fluidos. La reometría es el estudio de las propiedades viscosas o de fricción que tienen los fluidos. En este caso, la sangre tiene el plasma, como si fuera agua con proteínas, y las células rojas dan elasticidad y propiedades de viscosidad que permiten diagnosticar enfermedades como las anemias congénitas. También puede

diagnosticarse la leucemia a través de la rigidez de las células blancas.

Así que hemos creado un aparato —tan práctico como si fuera una máquina de café— con un canal del tamaño de un cabello en el que se coloca una gota de sangre, una bomba de succión la aspira y el fluido avanza por ese microcanal pequeñísimo en el que se caracterizan ciertas propiedades para saber si la sangre está sana o enferma. La ventaja es que es un experimento rápido, sensible, barato y fiable, con 95% de certeza. Vamos a regalar el aparato y lo único que vamos a cobrar son los chips o canalitos que son los que se desechan una vez realizado el diagnóstico. Ese sería el beneficio de la empresa.

En el laboratorio estamos haciendo el control de calidad y definición de curvas universales que determinan cada una de las enfermedades. Estamos diseñando y acabando los últimos detalles para hacer 10 aparatos que irán a 10 centros de investigación con los que tenemos acordado implementarlo para que gente que no tiene formación en ciencia básica lo opere, es decir, médicos ambulatorios usarán el aparato que se llama Microreoelectrómetro o ReoDX, que significa reometría y diagnóstico. Con este control de calidad, obtendremos estadística de resultados para afinar y mejorar los dispositivos. Pensamos que el aparato se comercialice a finales del año 2020.

#### ¿Alguna vez lo imaginó?

AHM: Nunca, las cosas se fueron dando. Empecé por curiosidad, creo que es lo que motiva a la gente. Me gustaba ese mundo de las matemáticas, la elasticidad y fricción. Empecé con un alumno a estudiar una célula para ver qué pasaba, ni siquiera pensamos que se podría aplicar a la sangre, luego hicimos estudios numéricos, más tarde tuve una estudiante experimental que empezó a hacer pruebas, después tuve un postdoc que podía hacer cosas electrónicas que detectaran automáticamente lo que buscáramos, lo patentamos y en el CRM me propusieron crear una empresa.

En ningún momento hay que pensar que el pasado fue mejor, yo nunca había estado mejor que ahora: tan interesada, tan divertida, tan ilusionada por todo.

#### ¿ En qué año nace el Laboratorio de Microfluídica y Nanociencia en la Universidad de Barcelona?, ¿qué fenómenos de la naturaleza estudian en éste?

AHM: Heredé un laboratorio de un investigador que falleció, así que empezamos jugando en este espacio en el año 2007. Había una serie de resultados teóricos que habíamos mandado a una revista importante para publicarlos pero nos solicitaron que presentáramos evidencia experimental porque si no, no se publicaba el artículo. Y decidimos hacerlo. Así es como esto se ha ido complicando más.

Empezamos sin equipo pero pedí dinero a través de convocatorias en el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y me lo dieron a pesar de que yo no era física experimental. Cuando tuvimos el equipo, decidí hacer experimentos sencillos y baratos, por ejemplo, el canal que desarrollamos cuesta .25 céntimos de euro. Mi mentalidad es hacer cosas simples, baratas y útiles. Si hubiera querido entrar en aparatos muy sofisticados me hubiese perdido porque no lo sé hacer y no hubiera obtenido el financiamiento.

Tenemos un acuerdo con bancos de sangre, una fundación sobre leucemias de cáncer y anemias genéticas. Trabajamos con ellos y comparamos resultados.

### En la nueva línea de investigación que usted bautizó como Front Microrheology, ¿qué estudian?

El concepto significa: estudio de las propiedades viscosas a escalas muy pequeñas en el avance de frentes de fluidos. Si colocamos agua, sangre, petróleo o cualquier otro fluido en el pequeño canal que desarrollamos y lo hacemos avanzar mediante presión, observamos cómo el frente microfluídico avanza dentro del microcanal. De ahí obtenemos sus propiedades viscosas. La sangre, por ejemplo, tiene



Aurora Hernández Machado y Rafael Barrio Paredes, investigador del Instituto de Física de la UNAM y uno de sus principales colaboradores mexicanos. Foto: Luz Olivia Badillo/AMC.

células elásticas que hacen que la viscosidad deje de ser constante y su valor dependa de la velocidad con la que se mueve el fluido. A velocidades muy pequeñas la viscosidad es muy grande y cuando empieza a moverse cada vez más rápido la viscosidad se va haciendo más pequeña porque las células sanguíneas se deforman, haciendo que la fricción sea cada vez más pequeña.

#### Su relación profesional con México, ¿cómo inició y cómo ha evolucionado a lo largo de estos años?

AHM: Vine en 2002 a la Reunión de Invierno de Física Estadística, que en aquella época se hacía en Taxco, Guerrero, a dar una charla. Conocí a mexicanos y desde entonces he venido continuamente, llevo una relación muy larga con académicos de la UNAM. He tenido a un estudiante mexicano de tesis doctoral en Barcelona, la patente del microreómetro fue una invención realizada junto con una postdoc

mexicana. He tenido muchos colaboradores mexicanos y me encanta que así sea. México es de los países con los que más relación científica he tenido.

Mi empresa ha licenciado la patente y está pagándola para que el concepto no se utilice ni nos copien el aparato en otros lugares. Si las patentes no están en explotación por ninguna empresa no tienen importancia. En este caso el microreómetro está licenciado en Europa y en proceso de patentamiento en Estados Unidos. Esta patente es el resultado de un grupo conformado por gente del Departamento de Electrónica de mi universidad y del CRM.

### ¿Tiene proyectos en puerta o vigentes con investigadores mexicanos?, ¿sobre qué temas?

AHM: Tenemos muchos temas con investigadores mexicanos, sobre todo en microfluídica, reología y propiedades de superficies a microescala. Luz Olivia Badillo.



