

# AMIC



BOLETÍN INFORMATIVO DE LA ACADEMIA MEXICANA DE CIENCIAS  
NÚMERO 78 • ABRIL 2019

AÑO INTERNACIONAL DE LA TABLA PERIÓDICA  
DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS. PARTE I

# AMC

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](http://www.amc.mx)

Alejandra López Iriarte  
*Diseño editorial*

**En portada: Auricular.** Impedancia: 2000  
ohmios aproximadamente. Marca: Trimm Radio  
MFG. Co. Chicago, EU. 1930.

## CONSEJO DIRECTIVO

Dr. José Luis Morán López  
*Presidente*

Dra. Estela Susana Lizano Soberón  
*Vicepresidenta*

Dra. María Ester Brandan  
*Tesorera*

Dr. Carlos Artemio Coello Coello  
*Secretario*

Dr. Alipio Gustavo Calles Martínez  
*Secretario*

Mtra. Renata Villalba Cohen  
*Coordinadora Ejecutiva*

## SECCIONES REGIONALES

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

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

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

Noreste  
Dr. Oliverio Santiago Rodríguez Fernández  
*Presidente*

Noroeste  
Dr. Alfredo Ortega Rubio  
*Presidente*



## 5 EDITORIAL

### AÑO INTERNACIONAL DE LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS. PARTE I

- 6 Oportunidad para divulgar aportaciones de la química a la humanidad
- 8 UNAM celebró inicio del Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos
- 10 El valor de la tabla periódica, comparable a las teorías de la evolución y de la relatividad
- 12 El elemento químico que se descubrió en México
- 14 La tabla de partículas elementales que propone la física cuántica
- 16 Las cinco revoluciones de la química
- 18 Tecnologías desarrolladas a partir de hidrógeno y helio

## 20 GALERÍA

### COMUNIDAD CTI

- 29 Academias de ciencias de América presentan libro sobre calidad del agua en países del continente
- 30 Corrupción del Estado es sistemática en América Latina: Manuel Castells
- 32 Diálogos para construir consensos en humanidades, ciencias, tecnología e innovación
- 34 Refrendan convenio para brindar asesoría científica a legisladores

### EN LA FRONTERA DEL CONOCIMIENTO

- 35 El paisaje como sujeto jurídico de protección y gestión que requiere visibilidad
- 37 A la luz, la primera imagen de un hoyo negro

### ENTREVISTA A...

- 39 Roberto Enrique Martínez Martínez

## 41 AGENDA



**Diodo rectificador de vapor de mercurio.** Tipo 857-B. Filamento: 20 kilovoltios, 30 amperes, 600,000 watts. Marca Brown Boveri. EU o Suiza. Circa 1947. Las propiedades físicas y químicas tan peculiares del mercurio lo hicieron el elemento fundamental para muchos equipos electrónicos. En los rectificadores se usó como una fuente de emisión de electrones, podía ser del orden de 4000 amperes por centímetro cuadrado.



La Asamblea General de Naciones Unidas, a través de la UNESCO, declaró 2019 como el Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos, en conmemoración de los 150 años de la publicación de la tabla periódica elaborada por el científico ruso Dmitri I. Mendeléiev. Este número del *Boletín* informativo de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), está dedicado a esta gran celebración e incluye varias notas de gran interés que relatan la historia, trascendencia y evolución del trabajo de Mendeléiev, y su gran aportación a la ciencia.

Sin duda, el acontecimiento científico que ha predominado en las últimas semanas es la primera imagen de un agujero negro, lograda por la red de ocho telescopios agrupados en el experimento Telescopio de Horizonte de Eventos (EHT por sus siglas en inglés) que, en sincronía con un reloj atómico, logró la primera imagen del agujero negro supermasivo de la galaxia elíptica M87, ubicada en el centro del cúmulo de la constelación de Virgo, a 55 millones de años luz de nuestro planeta. Entre los ocho telescopios participantes, se encuentra el Gran Telescopio Milimétrico “Alfonso Serrano”, ubicado en la Sierra Negra, en Puebla. En la sección “En la frontera del Conocimiento” de este *Boletín*, encontrarán una reseña de este gran suceso.

También en dicha sección, se incluye una interesante y novedosa nota sobre el paisaje como sujeto jurídico de protección y gestión, que requiere visibilidad, ya que es un concepto escasamente presente en la legislación mexicana, de acuerdo con Martín Manuel Checa Artasu, especialista en geografía urbana, del Departamento de Sociología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

Asimismo, este ejemplar del *Boletín* reseña la excelente conferencia magistral “La corrupción del Estado en América Latina”, impartida por Manuel Castells, catedrático emérito de la Universidad de California en Berkeley, y miembro correspondiente de nuestra Academia.

Este número del *Boletín* se ilustra con instrumentos que fueron donados por el ingeniero José de la Herrán al Museo de las Ciencias *Universum* de la UNAM, y es alusivo a la celebración del Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos, buscando mostrar la relación entre el conocimiento de la química y el desarrollo de tecnología. Nuestro agradecimiento a Gabriela Guzzy, subdirectora de *Universum*, así como a Adriana Bravo, Liliana Flores y Fernando Rebolledo. Las fotografías son de la autoría de Elizabeth Ruiz, jefa de Información de la AMC.

José Luis Morán López  
Presidente



María del Jesús Rosales Hoz, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y presidenta de la Sociedad Química de México. Foto: Elizabeth Ruiz Jaimes/AMC.

## Oportunidad para divulgar aportaciones de la química a la humanidad

Los elementos de la naturaleza se han agrupado de diversas formas a lo largo de la historia, pero fue hace 150 años cuando Dmitri Ivánovich Mendeléiev, nacido en Tobolsk, Rusia, presentó una tabla periódica en la que reunía a los elementos descritos en la época e incluso dejó huecos para algunos que aún no habían sido descubiertos.

La celebración de este siglo y medio de la tabla periódica es a nivel internacional, con cientos de actividades relacionadas con los elementos químicos, y en nuestro país la Sociedad Química de México (SQM) también ha realizado acciones para divulgar la química de los elementos, informó la presidenta de esta asociación civil, María del Jesús Rosales Hoz.

La integrante de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) recordó que la Asamblea General de Naciones Unidas declaró 2019 como Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos (IYPT2019), a través de la UNESCO, institución que en su sede de París, Francia, dio inicio a las actividades conmemorativas el pasado 29 de enero.

Aunado a que la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), que es una de las principales promotoras del festejo, cumple 100 años de su fundación, por ello, se puede decir que “la comunidad química a nivel internacional tiene un gran pretexto para acercar a la sociedad la ciencia y en particular los elementos químicos”, comentó.

Rosales Hoz destacó que la comunidad internacional ve esta celebración como una oportunidad para proyectar una imagen de la química como lo que es: una ciencia transversal y parte del conocimiento universal relevante para el quehacer de la vida diaria. No

se podría pensar en la industria farmacéutica o en los avances del sector de los materiales sin el trabajo de los químicos que están detrás. La celebración del IYPT2019 es un foro internacional para presentar a la sociedad en general los aspectos positivos de la química, destacó.

“La Sociedad Química de México tiene entre sus objetivos divulgar la importancia y los avances de la química a la sociedad mexicana; enviar un mensaje de la relevancia de esta ciencia para el desarrollo humano, además de resaltar las aportaciones de la química en el mejoramiento de la salud, la calidad ambiental y el aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos naturales, entre muchas otras áreas de aplicación”, agregó.

### Festejos organizados por la sqm

Con estos objetivos encaminados a incrementar la visibilidad de la química en nuestro país, la sqm ha realizado Jornadas Académicas en las que los ponentes han divulgado distintos aspectos de la tabla periódica, son itinerantes y se han presentado en seis sedes en diferentes instituciones educativas de México. La primera de ellas fue en colaboración con el Museo de las Ciencias *Universum* de la UNAM, el 26 de febrero, y contó con la participación de cinco ponentes de diferentes instituciones educativas.

También la sqm tiene programadas conferencias en línea, abiertas a todo público. Y durante los congresos Mexicano de Química y Nacional de Educación Química se contará con la participación de conferencistas especializados en el conocimiento y divulgación de la tabla periódica; además, se incluirán como parte de los festejos el Festival de Química, en el cual participarán niños y jóvenes del estado de Puebla. Los congresos se llevarán a cabo del 30 de septiembre al 2 de octubre de 2019 y serán organizados junto con la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

“Los recursos de la sqm son limitados, por lo que las actividades propuestas están ajustadas a sus posibilidades. Es importante comentar que nuestra asociación recibe cuotas que aportan socios, profesionales y estudiantes en nuestros congresos. Quiero aprovechar esta oportunidad para invitar a todas las

instituciones a que se sumen a este esfuerzo y nos ayuden a difundir la información. Todo suma, necesitamos recursos humanos y recursos económicos para ampliar el festejo y divulgar la química por todos los rincones del país”, subrayó María del Jesús Rosales Hoz.

Apuntó que para el Congreso Nacional de Educación Química está confirmada una conferencia plenaria a cargo de Eric R. Scerri, estadounidense experto en temas de la tabla periódica.

De manera adicional, la Sociedad incluirá en los contenidos de su *Boletín* la historia de la tabla periódica en tres partes, un material que será de utilidad para profesores y estudiantes de bachillerato. Se contempla un concurso fotográfico y el diseño de juegos didácticos para el aprendizaje de la química, entre otros.

“La idea es conjuntar esfuerzos con nuestros miembros, empresas amigas, instituciones públicas y privadas y hacer visible a la química, los elementos de la tabla periódica, la importancia de esta ciencia para el avance de los países, contagiar a niños y jóvenes en temas científicos y su impacto en la vida cotidiana”. Elizabeth Ruiz Jaimes.



La Asamblea General de la onu declaró a 2019 el Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos. Imagen: Shutterstock.



La mesa de honor estuvo conformada por María de Jesús Rosales, Jorge M. Vázquez, Mario Molina, Enrique Graue, Leonardo Lomelí, Jorge Peón y José Luis Morán. Foto: Elizabeth Ruiz/AMC.

## UNAM celebró inicio del Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos

El 1 de marzo se llevó a cabo la ceremonia magna con motivo del 2019 Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos (2019AITP) en el auditorio Alfonso Caso de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con la presencia del rector, Enrique Graue Wiechers, quien reconoció que el avance de las ciencias químicas “nos ha permitido alimentarnos y tener mejor salud; advertir los riesgos que entraña el desarrollo y la industrialización desenfrenada, así como sus efectos, por ejemplo, en el cambio climático”.

En su oportunidad, Mario Molina, Premio Nobel de Química 1995, comentó que a partir de la elaboración de tabla periódica ha cambiado mucho la enseñanza de la química de tal manera que la mecánica cuántica, por ejemplo, es una parte importante de lo que es hoy esta área del conocimiento. “A principios del siglo xx con la mecánica cuántica se empezó a entender de manera profunda el porqué de la química, por qué se forman compuestos, los elementos, etcétera”.

Y agregó que “una de las tareas principales que tenemos en la universidad es seguir avanzando, seguir asegurándonos que estemos incorporando toda la ciencia y educación modernas que está basada en discutir, entender y hacer cosas y no en memorizar. Todo eso es importante para la juventud. Espero que nosotros, los de las viejas generaciones, podamos tener una influencia importante todavía en estas nuevas generaciones”.

Jorge Vázquez Ramos, director de la Facultad de Química de la UNAM, señaló que la tabla periódica resume en una forma gráfica las propiedades y las características más relevantes de los elementos químicos, a partir de los cuales se puede formar un sinnúmero de sustancias químicas (en la actualidad se habla de más de 145 millones).

“Han pasado 150 años y la tabla periódica está presente en todos los laboratorios de química del mundo. De acuerdo con la ubicación de los elementos en la tabla periódica se puede saber la reactividad de cada elemento; es decir, con qué reacciona, con qué no, en qué condiciones o qué tipo de enlaces forma”.

Vázquez Ramos reconoció que gracias al trabajo de Mendeleiev la tabla tuvo lógica, unidad y dio coherencia a los elementos químicos.

Asimismo, destacó que “nuestra tabla periódica, de 600 metros cuadrados, en la fachada del edificio A de la Facultad de Química es un muy pequeño homenaje a un hombre inmensamente grande”.

Por su parte, Jorge Peón Peralta, director del Instituto de Química de la UNAM, abundó en que este año también se celebran 150 años de avances que se han construido con base en el estudio de la periodicidad de los elementos que realizó Dimitri Mendeleiev. “Gracias a todo este conocimiento sobre cómo trabajar con la materia, ahora nos toca trabajar para resolver los problemas de esta nación y de la humanidad. Obviamente estamos hablando de sustentabilidad, generación de energías limpias, combate de las infecciones por organismos resistentes, contra la diabetes, cáncer, etcétera”.

La celebración por el 2019AITP también debe representar y reconocer el trabajo en equipo, subrayó, por su parte María del Jesús Rosales Hoz, presidenta de la Sociedad Química de México.

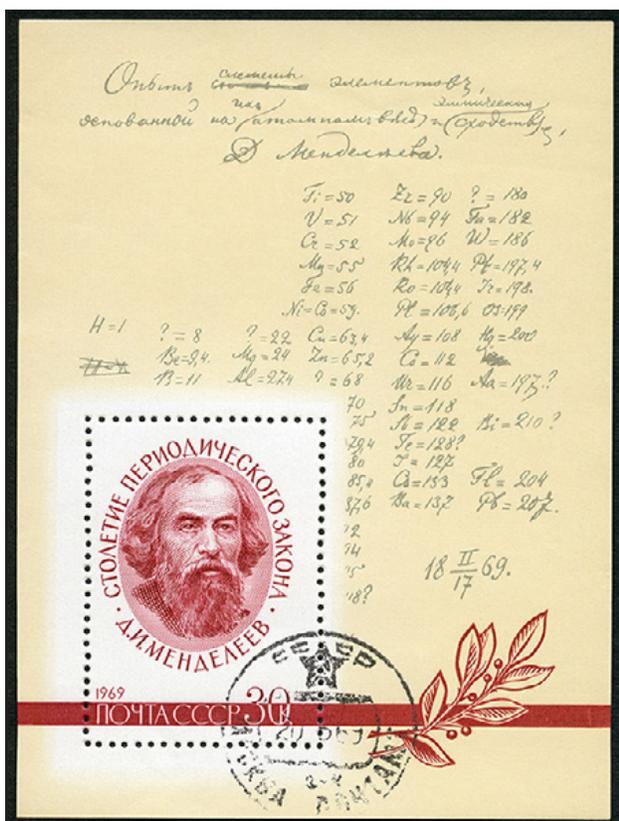
La mesa de honor de la ceremonia magna la integraron, además de los oradores arriba citados, el secretario general de la UNAM, Leonardo Lomelí Vanegas y José Luis Morán López, presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC); como invitados especiales estuvieron José Luis Mateos Gómez, expresidente de la AMC; integrantes de la Junta de Gobierno y Francisco Barnés de Castro, exrector de la UNAM, entre otros. Elizabeth Ruiz Jaimes.



Mario Molina, Premio Nobel de Química 1995. Foto: Elizabeth Ruiz/AMC.



Se instaló una tabla periódica monumental en las ventanas de la Facultad de Química de la UNAM. Foto: Elizabeth Ruiz/AMC.



## El valor de la tabla periódica, comparable a las teorías de la evolución y de la relatividad

Sello impreso de la URSS con la ilustración del rostro de Dmitri Mendeléiev y una fórmula con correcciones del químico ruso, en la conmemoración de los cien años de la tabla periódica en 1969. Foto: Shutterstock.

Hace 150 años, Dmitri I. Mendeléiev logró reunir y sistematizar la información dispersa sobre los elementos químicos que varios científicos habían obtenido previamente como Johann Wolfgang Döbereiner, Alexandre Emile Béguyer de Chancourtois, John Alexander Reina Newlands, William Odling, Gustavus Detlef Hinrichs y Stanislao Cannizzaro.

“La tabla periódica de los elementos químicos implica la formalización de la química, su valor es comparable con la teoría de la evolución o la teoría de la relatividad para los biólogos y físicos, respectivamente. Para los químicos, la tabla periódica es una piedra fundamental del conocimiento, es un gran concepto que puso orden o jerarquía a los elementos, permite el manejo de las sustancias y conocer su reactividad”, destacó el investigador Gabriel Cuevas González-Bravo, del Instituto de Química de la UNAM.

La inspiración le llegó al científico ruso tras asistir al congreso de Karlsruhe, en Alemania (la primera reunión internacional sobre ciencia en el mundo, realizada del 3 al 5 de septiembre de 1860), el cual tuvo como objetivo que la comunidad de químicos se pusiera de acuerdo respecto a los nombres que tendrían los compuestos químicos, pues una misma sustancia tenía una gran variedad de nombres distintos.

En su ponencia, Stanislao Cannizzaro —que en el contexto de la estructura de la química fue el primero que estableció con precisión los conceptos de átomo, molécula, peso atómico, peso equivalente y las primeras reglas de combinación— explicaba que un átomo es la porción más pequeña de materia que participa en la composición de una molécula. Además, el italiano estableció en dicha reunión la importancia de los estudios de su compatriota Amadeo Avogadro y de los franceses Josph-Louis, Charles F. Gerhardt, Henry V. Regnault, así como el concepto de mol.

Mendeléiev le escuchó con mucho interés, y luego de su intervención se propuso indagar si existía un patrón bajo el cual se pudieran disponer los elementos químicos. Con el tiempo, concluiría que era la masa atómica el factor común, destacó Cuevas González-Bravo.

En su libro *Principios de la química*, el científico ruso explicó: “Escribí los nombres de los elementos con sus pesos atómicos y sus propiedades características [...] en cartas separadas y esto pronto me convenció de que las propiedades de los elementos tenían una dependencia periódica de sus pesos atómicos, y aunque había tenido mis dudas sobre algunos aspectos oscuros, nunca dudé de la universalidad de la ley”.

Gabriel Cuevas, integrante de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), añadió que al colocar los elementos en orden de su masa atómica observó que existen algunas propiedades que se repiten secuencialmente, se les llama propiedades periódicas como la electronegatividad, la afinidad electrónica, el potencial de ionización, el volumen atómico, el radio atómico, etcétera. Mendeléiev vio que las coincidencias entre elementos mejoraban si se dejaban espacios vacíos, y comprendió que se debía a elementos que no habían sido descubiertos, por lo que predijo sus propiedades con base en los elementos vecinos.

“La precisión de estas propiedades se corroboraron cuando se descubrieron los elementos químicos con las masas atómicas 45 (escandio), 68 (galio), 72 (germanio) 98 y 100 (tecnecio). Nótese la imprecisión en la determinación de la masa atómica en ese entonces. También predijo la existencia del torio, uranio, protactinio y lantano, apuntó el doctor en ciencias químicas por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV). Hasta el año 1902 Mendeléiev decidió establecer un nuevo grupo para ubicar al helio y al argón, al que llamó grupo de los gases nobles o grupo 0 (cero)”.

No obstante, el concepto de masa atómica mostraba algunos problemas respecto a la periodicidad, precisó el exdirector del Instituto de Química de la UNAM, por ejemplo, en el caso del telurio y el yodo, o la serie cloro-argón-potasio, cuya disposición en la tabla no obedece a la masa atómica. Fue el inglés

Henry Moseley quien en 1913 determinó experimentalmente la carga nuclear de los átomos, encontrando que su magnitud era aproximadamente la mitad de la masa atómica. Usando como criterio el número atómico, los átomos “problemáticos” tomaban la posición correcta en la tabla. Hoy en día, el protón es la unidad que cuantiza a la tabla periódica de los elementos químicos que usamos.

Cuevas González-Bravo obtuvo en 1993 el Premio Weizmann en el área de ciencias exactas y en 2002 fue galardonado con el Premio de Investigación en ciencias exactas, ambas distinciones de la AMC, añadió que se sabe que un elemento químico es una sustancia caracterizada por átomos que tienen el mismo número de protones en el núcleo, y los neutrones —también en el núcleo— tienen que ver con la formación de isótopos, y éstos son la razón por la que la masa atómica no correlaciona en todos los casos con el número atómico, mientras que los electrones son los responsables de las propiedades químicas.

La ONU ha dedicado este año a la tabla periódica de los elementos químicos por su papel relevante en el desarrollo sostenible de la humanidad, su relación con los objetivos de la Agenda 2030, la educación científica y el fortalecimiento de capacidades; también como homenaje al descubrimiento de cuatro elementos súperpesados de la tabla periódica con los números atómicos 113 (nihonio), 115 (moscovio), 117 (teneso) y 118 (oganesón), aceptados en 2015 por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, y la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada. En 1869, cuando Mendeléiev presentó su tabla se conocían 63 elementos, hoy son 118.

La organización internacional añadió en su hoja informativa que el año 2019 coincide con otros aniversarios relacionados: el aislamiento del arsénico y el antimonio por Jabir ibn Hayyan hace 1200 años; el descubrimiento del fósforo hace 350 años; la publicación de una lista de 33 elementos químicos clasificados en gases, metales, no metales y térreos por Lavoisier en 1789; el descubrimiento de la ley de las tríadas por Döbereiner en 1829 y el descubrimiento del francio por Marguerite Perey en 1939.

Luz Olivia Badillo.



Felipe León Olivares, especialista en historia de la química en México, muestra el mineral llamado vanadita, el cual debe su nombre al elemento más importante de su composición, el vanadio. Foto: Elizabeth Ruiz Jaimes/AMC.

## El elemento químico que se descubrió en México

Uno de los aspectos pendientes de la enseñanza de la química en México es el de rescatar su identidad y la de sus habitantes y esto es posible, en parte, al abordar historias como la de Andrés Manuel del Río, quien descubrió en 1801 en nuestro territorio el elemento al que hoy se conoce como vanadio, señaló el doctor Felipe León Olivares, de la Facultad de Química de la UNAM.

El vanadio (V) ocupa el lugar número 23 de la tabla periódica de los elementos, es un metal dúctil, blando y poco abundante; se encuentra en distintos minerales y se emplea principalmente en la industria del acero, como elemento de aleación. Fue descubierto oficialmente en 1830 en minerales de hierro de las minas de Svalbard en Suecia por el químico Nils Gabriel Sefström, el sueco llamó al nuevo elemento vanadio en honor a la diosa escandinava de la belleza Vanadis.

Sin embargo, el descubrimiento de este elemento se dio originalmente en 1801, cuando el hispano-mexicano Andrés Manuel del Río, especialista en mineralogía, identificó una nueva sustancia, un mineral proveniente de la mina de la Purísima del Cardonal, ubicada en Hidalgo, al que llamó plomo pardo de Zimapán y tras hacer diferentes ensayos químicos extrajo una sustancia a la que nombró pancromo, por la variedad de colores que presentaban sus compuestos químicos y que después renombró como eritronio por el color rojo que adquirirían sus sales al exponerlas al fuego.

En entrevista con la Academia Mexicana de Ciencias, León Olivares explicó que en 1803 Del Río entregó a Alejandro von Humboldt muestras del mineral, pero el naturalista dudó que en tierras mexicanas existiera una sustancia pura para clasificar, así que las envió a Francia y encargó su análisis al químico Hippolyte Victor Collet-Descoitils, quien analizó las muestras e informó, equivocadamente, que contenía sólo cromo; así fue que el explorador alemán descartó el hallazgo de Andrés Manuel del Río.

Al respecto del contexto en el que se llevó a cabo el descubrimiento del eritronio, el investigador dijo que del siglo XVI al XVIII México, que estuvo bajo el dominio de la monarquía española, era un importante productor de plata, razón por la que se desarrollaron métodos para extraer dicho metal en el territorio. Pero ante el decaimiento de España como potencia mundial y con el fin de reactivar la economía y extraer más plata, se establecieron becas para que los estudiantes españoles viajaran a otros países y se pudieran desarrollar en lo científico; algunos llegaron a los principales centros mineros de los territorios que la corona española controlaba, relató León Olivares, especialista en historia de la química en México.

Se estableció el Real Seminario de Minería, escuela que se fundó en 1792 por criollos y funcionarios españoles para formar técnicos especializados en la explotación minera, en la cual se impartían las cátedras de química y docimasia, física y matemáticas. Algunos historiadores de la ciencia en México han nombrado al Real Seminario de Minería como la Primera Casa de las Ciencias en México.

Al Real Seminario de Minería, con sede en la calle de Guatemala No. 90 en el Centro Histórico de la Ciudad de México, se invitó a ilustres científicos de la época, entre ellos, al español Andrés Manuel del Río, quien impartió la clase de mineralogía.

“Del Río tenía una experiencia amplia en el análisis de minerales y el gabinete del Real Seminario de Minería estaba totalmente equipado para 1801; era un lugar de buen nivel porque contaba con catedráticos formados en Europa, quienes además tenían

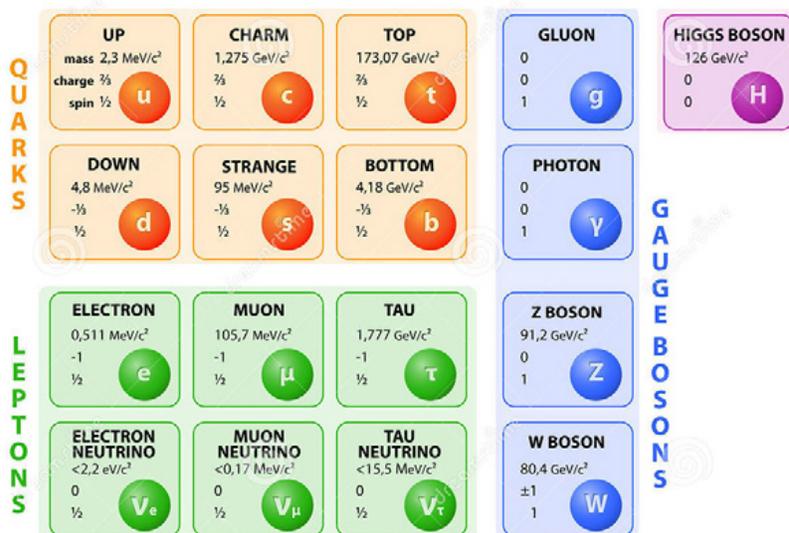
los textos en los que se difundía lo último de la ciencia en el mundo”. Tal es el caso del *Tratado Elemental de Química* de Antoine-Laurent de Lavoisier que el botánico Vicente Cervantes tradujo en 1797, o las *Tablas Mineralógicas* de Karsten que Andrés Manuel del Río tradujo en 1804 para uso del Seminario, así como los *Elementos de Orictognosia*, cuyo autor es el propio Del Río, entre otros.

El método por el que Andrés Manuel del Río logró identificar al eritronio (vanadio) en el laboratorio del Real Seminario de Minería consistió en observar los diferentes colores que se producían al hacer reaccionar al mineral con los ácidos disponibles en la época, entre ellos, el ácido sulfúrico, clorhídrico y nítrico, se trataba del método químico-analítico.

El gran error fue, a consideración de León Olivares, que en su momento no se reportó ni publicó el descubrimiento de Del Río con una caracterización precisa. Para 1947, el físico Manuel Sandoval Vallarta y el historiador Arturo Arnaiz y Freg hicieron un llamado a la comunidad científica y en especial a la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés) para que se reconociera a la sustancia con el nombre eritronio aunque no se logró.

Acerca de la proclamación por las Naciones Unidas de 2019 Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos, Felipe León Olivares, miembro de la Sociedad Química de México y de Historiadores de las Ciencias y las Humanidades, dijo que los métodos para la identificación de un nuevo elemento han cambiado y con ello ha aumentado el número de elementos descubiertos. En la época en la que Del Río descubrió el eritronio se habían identificado cerca de 33. La química, por su parte, era cuantitativa y su lenguaje estaba en construcción. En la actualidad la tabla periódica cuenta con 118 elementos.

A 150 años de la creación de la tabla periódica de los elementos químicos por el científico ruso Dmitri Ivánovich Mendeléiev y a 170 años de la muerte de Andrés Manuel del Río, queda claro, en opinión del investigador de la UNAM, que la química es una ciencia que está en construcción. Noemí Rodríguez González.

**STANDARD MODEL OF ELEMENTARY PARTICLES**


Modelo estándar de las partículas elementales. Foto: tomada de es.dreamstime.com.

## La tabla de partículas elementales que propone la física cuántica

Esta disciplina propone que la constitución de la materia se organiza en una docena de partículas elementales. Así, la actual tabla de los elementos, de acuerdo con la física cuántica, consiste en seis leptones y seis quarks, los cuales se mantienen unidos, o no, gracias a otras cuatro partículas que son como su pegamento o liga y determinan su interacción. También existe la partícula de Higgs, que interacciona con casi todas las demás para darles resistencia al movimiento, mismo que se conoce como masa.

Pero para llegar a esta nueva tabla periódica, completa desde 2012, pasó mucho tiempo. A mediados del siglo XIX las personas pensaban que los componentes básicos de la materia eran los átomos, palabra griega formulada por Demócrito y Epicuro, quienes propusieron que la materia estaba constituida por esos "ladrillos" fundamentales, y para describirlos propusieron dicha palabra que significa indivisible, explicó Gerardo Herrera Corral, del Departamento de Física del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV).

Cuando Dmitri I. Mendeléiev clasificó a esos átomos, anotó algunas de sus características, "pero ahora tenemos una nueva tabla mucho más pequeña de la que se pensó. Es más sintética y resumida en 12 partículas elementales, así que podríamos hablar de la tabla de las partículas elementales", expuso.

El físico recordó que en el año 1869 se presentó la tabla periódica de los elementos que clasificó a los átomos que se conocían hasta ese momento; alrededor de 30 años después, la gente se preguntaba de qué estaban formados esos átomos o si tenían alguna estructura. A finales del siglo XIX, Joseph John Thomson descubrió el electrón y pocos años después Ernest Rutherford encontró que los átomos tenían un núcleo, de tal manera que quedó

establecida la naturaleza de los átomos como algo que tiene un núcleo y electrones girando alrededor.

Después se descubrió que ese núcleo estaba hecho de protones y de neutrones; los estudiosos consideraron que los protones y los neutrones junto con los electrones eran los ladrillos fundamentales. “Por mucho tiempo se pensó que eran las partículas elementales, tanto que el protón tiene un nombre equivocado, significa la primera partícula como si fuera la partícula fundacional”, apuntó el miembro de la Academia Mexicana de Ciencias.

Hasta las décadas de 1960 y 1970 fue cuando se estableció un modelo en el que se podía describir a esos protones como partículas compuestas, no como elementales, es decir, si un protón es dividido lo que se halla dentro de éste son otras partículas llamadas quarks, nombre que “tiene que ver con todas estas palabras equivocadas en la historia. El descubridor del quark (Murray Gell-Mann) pensó en utilizar un vocablo sin etimología y sin significado. Hoy sabemos que las partículas elementales son doce, de las cuales seis son quarks y seis son leptones. Esta docena de partículas son de materia, forman a los protones y a los átomos, a su vez forman moléculas y constituyen todo lo que nos rodea”, describió el investigador del CINVESTAV.

### Singulares nombres

El científico que encabeza el trabajo de los físicos mexicanos en el Gran Colisionador de Hadrones del Centro Europeo de Investigaciones Nucleares agregó que los seis quarks de la nueva tabla periódica tienen nombres imaginativos. Se los representa con la primera letra de la denominación en inglés: el quark “u”, por up (arriba); el quark “d” por down (abajo); el quark “c” por charm (encanto), mientras que “s” se refiere a “extraño” (strange). Los dos más pesados son el quark “verdad” que se representa con una “t” (truth) y el quark “belleza” (beauty) que se abrevia con “b”.

Entre los leptones, dijo el especialista en partículas elementales, se encuentra el electrón que resulta

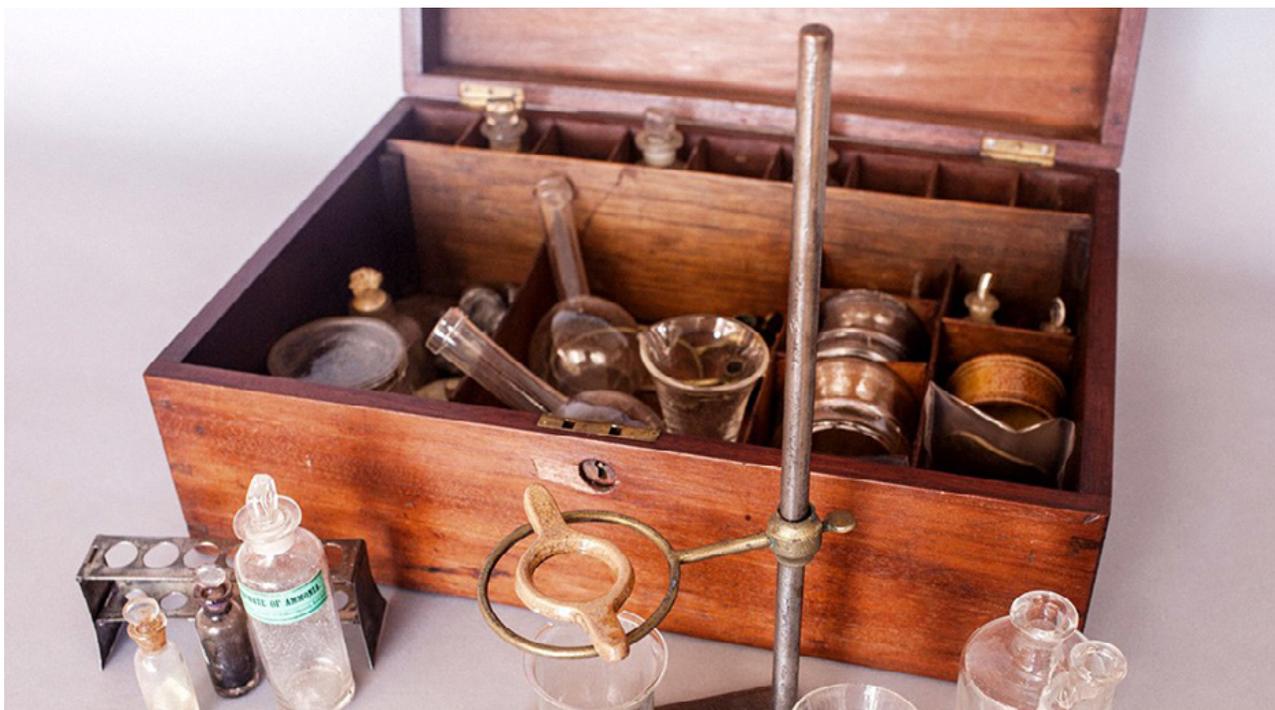
muy familiar porque se le conoce como electricidad. El “muon” y el “tau” son una especie de electrones más pesados; cada uno de ellos está acompañado por neutrinos que siempre aparecen en las reacciones en que se producen electrones, muones o taus, de manera que existen tres tipos de neutrinos conocidos como el neutrino del electrón, del muon y del tau.

Las partículas mediadoras de las interacciones son: el fotón, que se manifiesta como luz; el llamado zeta-cero, una especie de fotón muy pesado; los “y”, que son una variante también masiva del fotón que además tienen carga eléctrica positiva y negativa; el gluon, que siempre está relacionado con los quarks para unirlos en aglomerados que se conocen como hadrones; y finalmente la partícula de Higgs, la cual interacciona con casi todas las demás para darles una resistencia al movimiento conocida como masa.

La nueva tabla de las partículas elementales, que no es química y que no describe los procesos químicos a nivel atómico, explica cómo se forman los átomos con las 12 partículas descritas; mientras que la tabla periódica de los elementos químicos es un paso intermedio en el que estos elementos se combinan para formar compuestos y dar forma a todo lo que nos rodea, de tal manera que la tabla periódica de los elementos químicos sigue siendo útil e importante y se sigue trabajando en ella, reconoció Herrera Corral.

### ¿Un solo elemento?

Si se considera a la Teoría de Cuerdas se puede pensar que esta tabla podría reducirse a un solo elemento. Esta teoría plantea que todas estas partículas son manifestaciones diferentes de una sola y que no hay diferencia entre las partículas de fuerza y las de materia; esencialmente serían lo mismo manifestándose de diferente forma y a esa única partícula se le llama “súper cuerda”, pero aún no existe evidencia experimental de que algo así esté ocurriendo pero hay muchas ideas que tienden a la simplificación de esta nueva tabla de los elementos, comentó el científico. Elizabeth Ruiz Jaimes.



El conocimiento de la química ha estado estrechamente relacionado con la construcción de instrumentos que permiten conocer su naturaleza. Imagen: tomada de internet.

## Las cinco revoluciones de la química

Antes de que la química apareciera como tal existió una gran cantidad de conocimiento empírico, rodeado de mitos y tradiciones que no se pueden olvidar; es lo que se conoce como protoquímica y tiene que ver con el trabajo de fabricar pan, metal, vidrio, medicamentos y colorantes.

Como hoy se conoce, la química es el resultado de una multitud de herencias que, concretadas en oficios, influyeron en la vida cotidiana de todas las culturas. La química es el campo común en donde se estudia, se practica y se transmite cómo transformar las sustancias en pequeñas y en grandes cantidades, señaló el doctor José Antonio Chamizo Guerrero, profesor de la Facultad de Química de la UNAM.

Este conocimiento está estrechamente relacionado con la construcción de instrumentos, uno de los más importantes es el alambique (aparato utilizado para la destilación de líquidos). “Es a través de instrumentos cuando se comenzaron a construir entidades que no existían como la bomba de vacío, y desde ese momento quedó claro que podíamos acceder a un mundo nuevo”, destacó el investigador durante la conferencia inaugural del Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos que impartió en la Facultad de Química de la UNAM el 1 de marzo.

Chamizo Guerrero señaló que toda esta tradición de la química queda claramente reconocida en el logotipo de la American Chemical Society, que conjunta al ave fénix, figura mitológica con la que se reconoce esta práctica, y un instrumento, ya que la química moderna es instrumental.

Antes de que Dmitri Mendeléiev propusiera el orden de los elementos químicos en una tabla periódica, ya se conocían el carbón, cobre, oro, hierro, plomo, mercurio, plata, azufre, estaño, arsénico, antimonio, bismuto, fósforo y zinc, “por ejemplo, existía la manera de identificar el cobre calentando sus sales y reconociendo la llama de color verde”, refirió el químico.

Para hablar de la historia de la química, de la tabla periódica dentro de la química y de la química en México, Chamizo identificó cinco revoluciones en esta área de conocimiento: la primera del año 1754 a 1818, considerada el inicio de la química, se caracterizó por los instrumentos como la balanza, el calorímetro y la pila voltaica, así como el descubrimiento del átomo. “La química acumula sabiduría, la balanza se conoce hace miles de años, pero la balanza de Antoine-Laurent de Lavoisier fue fundamental para reconocer el principio de conservación de la materia; este francés incorporó la palabra oxígeno, la cual proviene del griego y significa productor de ácidos”.

Para Lavoisier el que una sustancia fuera reconocida como ácido implicaba que contenía el elemento oxígeno, por lo que clasificó a los no metales (carbono, nitrógeno, fósforo, azufre, cloro, entre otros), como aquellas sustancias que al quemarse y disolver el producto de la combustión en agua eran ácidos (producían un color rojo); mientras que al quemar los no metales, el calx (cal) resultante disuelto en agua era alcalino y producía un color azul.

El integrante de la Academia Mexicana de Ciencias añadió que Lavoisier consideró 33 sustancias como elementos por no poderse romper en entidades más simples a través del análisis químico.

En la segunda revolución (1828-1874) se crearon otra serie de instrumentos, entre ellos, el polarímetro y el espectrómetro; también surgió la química orgánica y el concepto de molécula, y en este periodo dio inicio la industria química.

Mendeléiev escribió, en 1869, un libro en el que incluyó su tabla periódica ordenada en filas y en columnas. En dicha tabla se resumió todo el conocimiento que se tenía hasta entonces. Se estableció la distinción entre sustancia simple y sustancia básica,

ésta última tenía un atributo que la caracterizaba, el peso atómico. Así, el elemento carbono que encabezaba la cuarta familia de elementos era una sustancia básica, mientras que el grafito de los lápices o los diamantes de las joyas eran sustancias simples.

En la tercera revolución (1887-1923), apareció la fisicoquímica con instrumentos como el tubo de rayos catódicos, el espectrómetro de masas, y se reconoció que los átomos están conformados por electrones y núcleos. En 1919 se creó la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés), y el químico inglés Henry Moseley descubrió en los gases de la atmósfera elementos nuevos: helio, neón, argón, kriptón y xenón.

La cuarta revolución (1945-1966), tuvo entre sus técnicas la cromatografía y el uso de rayos X. Aparecieron diversas disciplinas como la analítica instrumental y la biología molecular (pese a que no lo lleve en el nombre, es química), y se reconoció al espín. Además, se desarrolló la industria de los plásticos y los laboratorios se transformaron más que en los últimos 300 años. Durante la Guerra Fría se inició la síntesis de elementos transuránicos que no existían en el Universo, y el físico atómico y nuclear Glenn Theodore Seaborg introdujo, después de sintetizar varios de ellos, la serie de los actínidos a la tabla periódica.

En la última revolución de la química (1967 a la fecha), se empezó a utilizar el detector de captura de electrones que permitió, entre otros aspectos, reconocer la disminución de la gran cantidad de fluorocarbonos que había en el Polo Sur, y con ello, el descubrimiento del agujero en la capa de ozono, hallazgo con el que Mario Molina recibió, junto con otros dos investigadores, el Premio Nobel de Química en 1995. Aparecieron también diversas subdisciplinas y los elementos del 107 al 118 de la tabla periódica fueron sintetizados por los físicos. “Con la posibilidad de manejar átomos de manera individual es prácticamente imposible distinguir entre ciencia pura y aplicada, así como entre física, química y biología. Es importante señalar que a los químicos nos sigue interesando caracterizar las capacidades que tienen los elementos de relacionarse”, reconoció el investigador. Noemí Rodríguez González.



El helio enfría los imanes superconductores que conforman a los aparatos de resonancia magnética nuclear de los hospitales, los cuales se utilizan para obtener imágenes a detalle del cuerpo humano. Foto: tomada de [noticierovenevision.net](http://noticierovenevision.net).

## Tecnologías desarrolladas a partir de hidrógeno y helio

Después del Big Bang lo primero que apareció en el Universo fueron las partículas elementales: fotones, protones, neutrones —que conforman a los átomos—, siendo el hidrógeno, deuterio y helio los primeros átomos que se formaron. La fabricación de elementos empezó aproximadamente a los 10 segundos de esa gran explosión y en menos de ocho minutos, se calcula, cerca de la cuarta parte de la masa del Universo se convirtió en núcleos de helio, mientras que el resto de hidrógeno.

Tanto el hidrógeno (cuyo símbolo es H) como el helio (He) son los elementos químicos más abundantes en el cosmos, acaparan el 97% de la materia (90% y 7%, respectivamente); no obstante, en la Tierra son escasos, 15% de los átomos son de hidrógeno, pero por su ligereza constituyen el 0.9% de la masa, mientras que del helio no existen estimaciones absolutas, su presencia en la atmósfera terrestre podría ser 0.00052% .

Laura Gasque Silva, profesora de la Facultad de Química de la UNAM, indicó que en la Tierra “hay mucho hidrógeno, pero combinado químicamente; de hecho, en todas las moléculas orgánicas hay, así como en el agua, gasolinas y alcoholes, y para obtenerlo se requiere un gasto de energía, si se logra que ese gasto sea renovable mediante energía solar o eólica sería más factible su uso”.

Comentó que el H se obtiene por electrólisis con una pureza mayor al 99.95% a partir de carbón, hidrocarburos ligeros y agua a temperaturas cercanas a 1000 °C y con ayuda de un catalizador. Mucho se menciona de este elemento, el primero de la tabla periódica por ser el más ligero, como el combustible del futuro, sin embargo, antes se debe garantizar que no sea demasiado riesgoso su manejo.

Al día de hoy se utiliza para producir amoníaco, en la fabricación de fertilizantes, para hidrogenar diversos compuestos orgánicos como las margarinas, para producir metanol, es el combustible que impulsa cohetes espaciales y automóviles, aunque éstos últimos todavía son una tecnología cara.

Mientras que el He, el segundo elemento de la tabla periódica, “no suele interactuar con otros elementos químicos por lo que muy fácilmente escapa de la atmósfera terrestre. El helio que se consigue para inflar globos o aplicaciones de otro tipo se obtiene de la desintegración radiactiva del uranio, cuando se desintegra emite partículas alfa, que son núcleos de helio”, explicó Gasque Silva en entrevista para la Academia Mexicana de Ciencias.

Al desintegrarse, el uranio expulsa átomos menos pesados, como el helio, que pesa dos protones y dos neutrones, añadió. “Es una crisis su uso hoy en día porque el abasto es finito, no habrá más y este gas se escapa de la atmósfera, por la gravedad de la Tierra

no se retiene, para lo cual se utilizan tanques especiales con el fin de contenerlo”.

El helio se utiliza para enfriar a temperaturas muy bajas imanes superconductores que conforman los aparatos de imagen de resonancia magnética nuclear en los hospitales. “Pero nos lo estamos acabando para globos decorativos”, añadió la profesora de química inorgánica a propósito del Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos, cuya primera versión fue propuesta por Dmitri Mendeléiev hace 150 años.

“La gente que estudia las propiedades de la materia (magnéticas y electrónicas) a bajas temperaturas utiliza el helio. También se usa en los tanques de buceo para ayudar a diluir el oxígeno, pues como no interactúa con otros átomos es prácticamente insoluble en sangre y resulta inofensivo”, explicó.

La conmemoración, proclamada por la ONU, puede servir para conocer más a cada uno de los elementos químicos que conforman la tabla periódica. La profesora universitaria consideró que “el lugar de un elemento en un determinado cuadrado de esa tabla nos indica sus propiedades, y sin saber exactamente cuál es, con el hecho de ver las propiedades de los elementos que lo rodean y al compararlos se puede deducir qué tipo de propiedades tiene”. Luz Olivia Badillo.



Los cohetes espaciales requieren hidrógeno líquido como combustible; es el caso del motor BE-3 desarrollado por la compañía estadounidense Blue Origin de transporte aeroespacial. Foto: Blue Origin.

# Galería

El conocimiento de la química  
en el desarrollo tecnológico





En esta página: Pila seca de zinc y carbono. Marca: Columbia. 1.5 voltios. EU. Circa 1925. El diseño original consistía de un contenedor de zinc (como electrodo negativo) que envuelve un núcleo de carbono inmerso en una mezcla de dióxido de manganeso (electrodo positivo). Se usó una cartulina bañada en cloruro de amonio como electrolito, al que después se le añadió cloruro de zinc para evitar la corrosión entre la lata de zinc y el electrolito. La marca Columbia fue la primera en comercializar masivamente la pila electroquímica seca haciéndole algunas innovaciones.

**Página anterior: Bobina de Ruhmkorff.** Se desconoce marca. Circa 1895. Dimensión 51 x 30 x 28 centímetros. El cobre tiene la más alta conductividad eléctrica de los metales no preciosos, es resistente a la corrosión y su coeficiente de expansión térmica es bajo; su gran resistencia a la tensión y su gran ductilidad lo hacen ideal para la producción de alto voltaje mediante el fenómeno de inducción electromagnética que se genera en las dos bobinas coaxiales que componen el equipo. Las bobinas fueron parte esencial en los transmisores de radiotelegrafía y en los primeros aparatos de rayos X.



Acercamiento al aparato de portada. El **auricular** no requería fuente de energía, recibía la señal radiofónica mediante una antena conectada a un extremo de la bobina en la cual se podía seleccionar un rango de frecuencias que se transmitían a la punta y de ahí a la galena que rectificaba la onda para ser escuchada como sonido.

**Radio receptor de galena.** Modelo: Pandora 1. Fabricante: Brooklyn Metal Stamping Corp. (BMS). NY, EU. 1922. La simplicidad del diseño de este receptor de amplitud modulada se basa en la propiedad semiconductor del cristal de galena (sulfuro de plomo) de dirigir la corriente que genera en una dirección cuando hace contacto de punta.



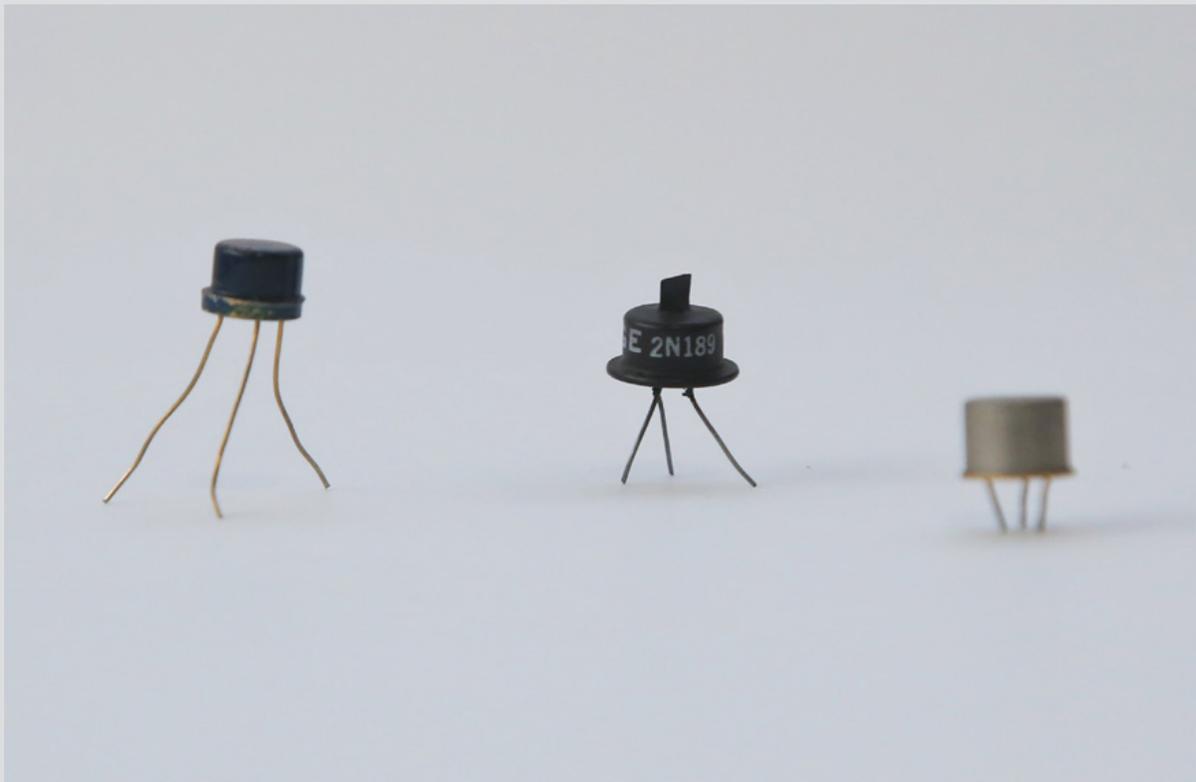
Radorreceptor AM. Marca: Kodel. Modelo: The Camera of Radio. EU. Circa 1925. La compañía que lo fabricó utilizó el silicón fundido como nuevo material para el cátodo.





**Llave telegráfica con sonador.** Marca: J.H. Bunnell. EU. Circa 1880. Una vez que el fenómeno electromagnético se comprendió, se aplicó en la construcción de aparatos de comunicación. El telégrafo fue de los primeros inventos, enviaba mensajes con un método de encendido y apagado de la señal usando el código creado por Samuel Morse. La corriente eléctrica se generaba con una pila electroquímica de zinc y cobre. El registro consiste de un nivel con una punta de acero en su extremo y que se ajusta en la parte superior del electroimán. Cuando hay corriente el electroimán atrae el nivel, y la punta puede hacer marcas en una tira de papel en movimiento.





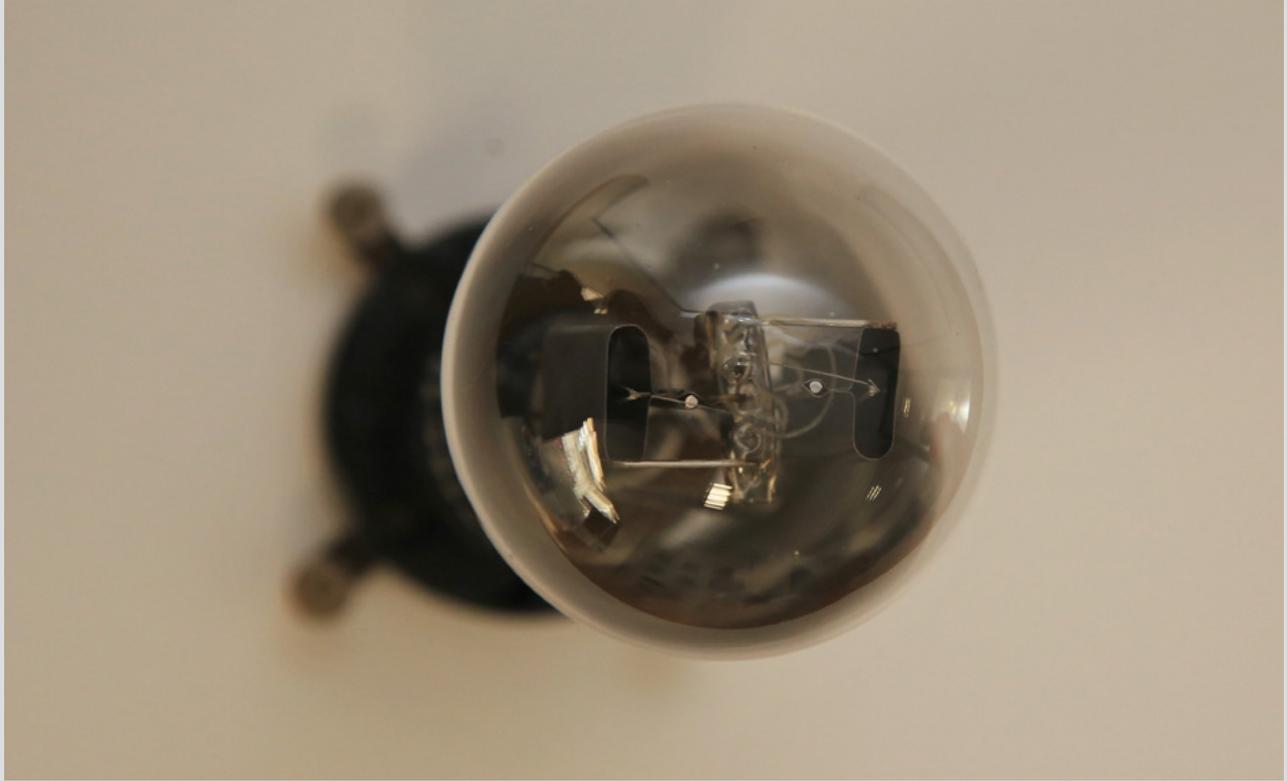
**Los primeros transistores.** Varias marcas. Circa 1956. El carbón, silicio y germanio que pertenecen al grupo IV de la tabla periódica han sido elementos claves para el desarrollo de la electrónica y la computación. Se comportan como semiconductores y han sido ampliamente usados en la fabricación de transistores.



**Arriba: RCA, UX-280.** Rectificador de onda completa. Filamento: 5 voltios. EU. Circa 1931. Para lograr más eficiencia en la emisión de electrones con menor potencia de operación se usaron filamentos de tungsteno recubiertos con óxido de torio; en la actualidad este elemento está prohibido ya que es altamente perjudicial para la salud por ser radiactivo.



**Izquierda: Bulbo, válvula o lámpara termoiónica.** Marca: De Forest UX 424. Amplificador de radio frecuencia. 1.5 voltios en filamento. EU. Circa 1929. La poca potencia con que se transmitían las señales de sonidos continuos como la voz o la música era un reto que afrontó Lee de Forest, quien pudo amplificar las señales de radiofrecuencia con un invento que llamó "tubo Audion". Este invento lo realizó al insertar un tercer electrodo en el diodo diseñado por Fleming. En 1914 se desarrolló una técnica en la que un alambre de tungsteno se envolvía alrededor de un filamento de tantalio.



**Triodo.** Rectificador de media onda. De Forest UV – 481. Filamento 2.5 voltios. EU, circa 1931. Dada la elevada resistencia a la temperatura del tungsteno (que funde a 3,410 °C), fue el material idóneo con el que se hicieron los cátodos en las primeras válvulas. De todos los metales, tiene el punto de fusión más alto, y de todos los elementos conocidos tiene el punto de ebullición más alto. El bulbo fue el elemento que dio paso a la electrónica.





## Academias de ciencias de América presentan libro sobre calidad del agua en países del continente

Después de la publicación de los libros *Diagnóstico del agua en las Américas*, 2013, y *Desafíos del agua urbana en las Américas*, 2015, el Programa del Agua de la Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS, por sus siglas en inglés) publicó el pasado 22 de marzo su más reciente obra, *Calidad del agua en las Américas. Riesgos y Oportunidades*, que aborda desde otro enfoque el recurso agua.

Las academias de ciencias del continente americano se reunieron, esta vez en colaboración con el Programa Internacional de Hidrología de la UNESCO, para ofrecer un análisis sobre la calidad del agua en 21 países, cada uno con diferentes niveles de desarrollo económico y social, capacidades institucionales y profesionales variadas y distintas experiencias en la gestión y gerencia del agua.

Un total de 148 autores participaron en la elaboración del libro, cuyo objetivo es identificar y estudiar los problemas específicos de la calidad de los recursos del continente.

Entre los impactos observados en todos los países de América están la eutrofización, la contaminación química, biológica y otros contaminantes como desechos industriales, lluvia ácida, salinización, y los problemas especiales de agua subterránea y los efectos del cambio climático.

Ningún país de las Américas —ni los países desarrollados— tiene un éxito total en la gestión de la calidad de agua, por lo que los componentes de un programa de manejo exitoso incluyen: reciclaje y reúso de aguas residuales, monitoreo, mejores programas de investigación, formulación de políticas y gobernanza, y dar cumplimiento a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible; el caso del agua queda especificado en el 6 (Agua limpia y saneamiento).

Sobre la participación de los especialistas en el capítulo de México, la doctora María Luisa Torregrosa, responsable de la Red del Agua de la Academia Mexicana de Ciencias, institución que forma parte de IANAS, comentó que este trabajo es muy importante, ya que reúne la experiencia y el conocimiento de 37

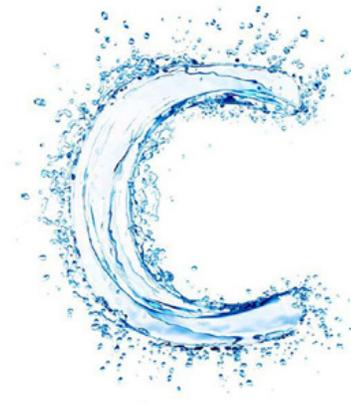
especialistas de diferentes universidades del país y también de organizaciones civiles. Además, concentra una mirada integral de los principales problemas de calidad del agua que afectan a nuestro país.

Torregrosa resaltó que el tema de la calidad del agua es relevante porque de ello depende la salud y bienestar de la población, así como la salud de nuestras fuentes superficiales y subterráneas de la que dependen la satisfacción de las necesidades humanas, productivas y ambientales, entre otras.

El libro, además de incluir un capítulo de análisis para cada uno de los 21 países, ofrece al inicio una visión general de la calidad del agua en las Américas e informa sobre aspectos importantes relacionados con la calidad del agua, los cuales sirven de amplio contexto antes de adentrarse a la problemática de cada país; asimismo, intercala dos artículos especiales relacionados con otros programas de IANAS.

El libro se puede consultar en: <https://www.ianas.org/images/books/wb09.pdf>. Fabiola Trelles Ramírez.

### Calidad del Agua en las Américas Riesgos y Oportunidades





Manuel Castells, catedrático emérito de la Universidad de California, Berkeley, y miembro correspondiente de la AMC (segundo de izquierda a derecha), en compañía de Alberto Vital, Miguel A. López Leyva y Alicia Ziccardi. Foto: Elizabeth Ruiz Jaimes/AMC.

## Corrupción del Estado es sistemática en América Latina: Manuel Castells

“La corrupción siempre ha existido pero se volvió un factor sistémico. Esto, en principio, por el nuevo papel del Estado en el sistema de la globalización, que es una red global de redes globales en la que el elemento conector de los circuitos internos con los externos es el Estado”, señaló Manuel Castells Oliván, catedrático emérito de sociología de la Universidad de California, Berkeley.

Por lo tanto, el Estado, que siempre fue el centro, ahora es el elemento que conecta con todo el sistema global, de esta manera enormes fuerzas y presiones que se generan en torno a la orientación de esa globalización se acumulan en el neoliberalismo y en el neodesarrollismo, que no son ideologías ni sistemas económicos, sino políticas de Estado, sostuvo el miembro correspondiente de la Academia Mexicana de Ciencias.

En el caso del neoliberalismo, la dinámica la lleva el mercado (que es desigual), pero es el Estado el que regula y privatiza. Al hacerse mayores las desigualdades surgen protestas y procesos de cambio político como reacción a los actores del neoliberalismo, esto conduce, dijo, a la formación de nuevos regímenes nacionales populares que acentúan la intervención del Estado y así se amplifica la corrupción latente en el mismo.

Al referirse a los mecanismos de la corrupción del Estado, Manuel Castells describió que están los estructurales, que se refieren a que en un contexto de globalización el Estado privilegia a actores sobre otros o a empresas sobre otras. “El Estado organiza los procesos de acuerdos comerciales y apertura de fronteras, con lo cual países y empresas intentan posesionarse en esa nueva forma de obtener ventajas sobre sus competidores, en consecuencia terminan comprando al Estado”.

---

*“El Estado organiza los procesos de acuerdos comerciales y apertura de fronteras, con lo cual países y empresas intentan posesionarse en esa nueva forma de obtener ventajas sobre sus competidores, en consecuencia terminan comprando al Estado”: Castells.*

Otro de estos factores es el extractivismo informacional. En dos décadas, América Latina ha crecido al especializarse en ciertas líneas como son la agrícola y la explotación de minerales que se basan en conocimiento tecnológico, en sistemas de exportación y de producción, todo centrado en la información.

El especialista agregó un mecanismo más a través del cual se ejecuta la corrupción y que está relacionado con la explosión urbana en América Latina, porque para que se desarrolle una megalópolis, como la Ciudad de México, tiene que haber un programa privado y público de creación de vivienda e infraestructura urbana. “Las empresas privadas consiguen contratos comprando a políticos de diversos niveles”. Y puso como ejemplo el caso de Odebrecht, empresa brasileña multinacional, de negocios en los campos de la ingeniería y la construcción y que también participa en la manufactura de productos químicos y petroquímicos, señalada por corromper a gobiernos de Brasil, Ecuador, Perú, y en menor medida de México y Argentina”.

Manuel Castells Oliván, quien es miembro del Consejo de Gobierno del Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (creado por la Unión Europea), también se refirió a algunos factores que no cambian por una decisión política y que han hecho posible que la corrupción penetre en el Estado.

Es el caso, indicó, de la fragmentación política, ya que en la medida en la que hay crisis de legitimidad se van constituyendo partidos, grupos y fracciones, lo que se traduce en que el Poder Ejecutivo no tiene el poder de gobernar solo, tiene que ganarse

el apoyo de grupos del congreso, el senado y políticos, cada uno representando ciertos sectores e intereses, lo que se llama presidencialismo de coalición, dando paso a un fenómeno de súper clientelismo porque cada sector, diputado, senador, entre otros, vende algo.

Destacó un aspecto más y que es mundial: la política es mediática. “Lo que no está en los medios no existe”, razón por la cual es necesario ocupar los medios de comunicación para poder conformar la personalización de la política.

Al abordar el tema de las consecuencias de la corrupción del Estado, el investigador señaló, entre otras, la pérdida de confianza de los ciudadanos, el establecimiento de la política del escándalo como forma de lucha política, la judicialización de la política y la filtración de la corrupción en la judicatura.

Ante la pregunta de si se puede terminar con la corrupción señaló que hay que mirar el caso de otros países como Chile, que es el menos corrupto de la América Latina, y tratar de encontrar un camino. Otros ejemplos son Costa Rica y Uruguay, países con menor desigualdad social, mayor nivel educativo y estado de bienestar en la región, “lo que nos indica que sí es posible”.

La conferencia “La corrupción del Estado en América Latina”, que impartió Manuel Castells, se realizó el pasado 5 de abril y fue organizada por el Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM en el auditorio Jorge Carpizo de la Coordinación de Humanidades. Le acompañaron los doctores Alberto Vital, Miguel A. López Leyva y la doctora Alicia Ziccardi. Noemí Rodríguez González.



En el segundo y último día de los “Diálogos sobre Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación. Construyendo consensos por México” participaron la senadora Beatriz Paredes, la directora general del Conacyt, María Elena Álvarez-Buylla, y la coordinadora general del FCCyT, Julia Tagüeña. Foto: Elizabeth Ruiz Jaimes/AMC.

## Diálogos para construir consensos en humanidades, ciencias, tecnología e innovación

Los “Diálogos sobre Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación. Construyendo consensos por México”, realizados entre el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y el Foro Consultivo, Científico y Tecnológico (FCCyT) los días 9 y 11 de abril buscaron construir en comunidad consensos a favor de la ciencia y de México.

La coordinadora general del FCCyT, Julia Tagüeña Parga, destacó en la inauguración de las mesas de discusión que se buscaba dar voz a los integrantes del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, y que los consensos alcanzados queden reflejados en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y al Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) de la actual administración.

“No me cabe la menor duda de que todos queremos lo mejor para México, construyamos juntos consensos en un diálogo respetuoso y tolerante”, apuntó y añadió que una vez que se publique el PND se organizarán más foros de discusión.

En los últimos 30 años, la comunidad ha crecido de manera sustantiva —con más de 30 mil investigadores y 75 mil estudiantes de posgrado— y se ha consolidado, además de que goza de un gran reconocimiento internacional, con un Conacyt que administra 65 fideicomisos que financian a la investigación, reflejo de la complejidad del sector, destacó Carmen de la Peza, en representación de María Elena Álvarez-Buylla, directora general del Consejo.

En el primer diálogo “Fomento a la investigación en humanidades, ciencias y tecnologías para la generación de conocimiento” participaron: Jorge Cadena (Consejo Mexicano

de Ciencias Sociales; Ana María Cetto (Instituto de Física de la UNAM), Alejandro Cornejo (Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica), Martha Espinosa (Centro de Investigación y Estudios Avanzados), Ana Elena Fierro (Centro de Investigación y Docencia Económicas), Tatiana Fiordeliso (Facultad de Ciencias de la UNAM), Luis Montejano (Instituto de Matemáticas de la UNAM), Ricardo Tena (Instituto Politécnico Nacional), José Antonio Meyer (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla), y Rodolfo Zanella (Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología de la UNAM).

Entre los aspectos que los expertos destacaron está que se requiere explicitar en el orden jurídico mexicano el derecho a participar en el progreso científico y sus beneficios como un derecho humano, tema que se planea incluir en el Artículo 3º constitucional; garantizar la libertad de investigación y cátedra para lograr el avance del conocimiento y su enseñanza, y contar con un sistema de coordinación entre sector público, privado y social que permita el diálogo y trabajo conjunto.

## Segundo diálogo

En el segundo día de discusión, realizado en las instalaciones del FCCYT, se contó con la participación de María Elena Álvarez-Buylla, directora general del Conacyt, quien coincidió con Tagüeña en que se tiene que articular al sector privado, social y público para resolver retos como el abasto de medicamentos, las inequidades o rezagos sociales, la seguridad alimentaria, temas que requieren de “acuerdos profundos”.

Agradeció la disponibilidad de todos los participantes para aportar y construir: “Seguiremos trabajando en conjunto, los invito a acercarse y a compartir ideas, propuestas y puntos de vista”, dijo.

Por su parte, Beatriz Paredes, presidenta de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado, adelantó que se abordará el tema de la legislación de

ciencia y tecnología hasta que concluya el proceso de la reforma al Artículo 3º constitucional, “de ahí que no hemos convocado a foros, porque estamos dejando que el proceso legislativo se desarrolle”.

Hizo algunas consideraciones a título personal, entre ellas, que la ciencia debe ser una política de Estado, transversal, en la que se construyan puentes entre el mundo académico y quienes realizan las políticas públicas. “Esta alianza también debe incluir al sector gubernamental, y debe ser obligatoria para el sector público, inductiva para el sector privado y solidaria con el sector social”.

La legisladora resaltó que en este entendimiento mutuo se deben atender sectores prioritarios como la educación, salud, competitividad empresarial, innovación, mejoras en el empleo y seguridad.

En la mesa de discusión “Impulso a la innovación con sentido social para la competitividad de los sectores social, público y privado” participaron: Alejandro Alagón (IBT-UNAM), Alejandro Calvillo (El Poder del Consumidor A.C.), Rodrigo Castañeda (Canacintra), Gabriela Dutrénit (UAM-Xochimilco), Laura Flamand (Colmex), Mathieu Hautefeuille (FC-UNAM), Tonatiuh Ramírez (IBT-UNAM), Paulina Terrazas (Innovación Transformadora) y Brígida Von Mentz (Ciesas).

Algunas de las ideas que los panelistas expresaron son que el Conacyt debe facilitar las investigaciones que busquen resolver problemas de base tecnológica, que las políticas públicas en materia de ciencia y tecnología deben tener como base el conocimiento científico y reconocer la necesidad de convertir el conocimiento en innovación, con objetivos sociales, para poder transformar la realidad del país y de la sociedad.

Las ideas y discusión vertidas se redactarán y estarán disponibles en un documento que publicará el FCCYT, se informó. Luz Olivia Badillo y Noemí Rodríguez González.



La Oficina de Ciencia y Tecnología del Parlamento Británico (POST) y la Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión (perteneciente al FCCYT) renovaron convenio de colaboración. En la imagen: Liliana Estrada, directora de INCYTU; Julia Tagüena, coordinadora del FCCYT; Chris Tyler, director de Políticas Públicas de la University College London; Jack Miller, responsable de temas de energía y cambio climático en la POST; y Anjoum Noorani, consejero de Política y Prosperidad de la Embajada Británica. Foto: Elizabeth Ruiz Jaimes/AMC.

## Refrendan convenio para brindar asesoría científica a legisladores

Julia Tagüena Parga, coordinadora general del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCYT), sostuvo que es más importante que nunca que las decisiones políticas tengan una base de ciencia y tecnología durante la firma de renovación del convenio de colaboración entre la Oficina de Ciencia y Tecnología del Parlamento Británico (POST, por sus siglas en inglés) y la Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión (INCYTU) el 4 de abril en las instalaciones del Foro.

La integrante de la Academia Mexicana de Ciencias, asociación que forma parte de la mesa directiva del Foro, comentó que INCYTU, establecida y operada por el FCCYT, forma parte de una red de oficinas que asesoran al Poder Legislativo de los países de la Gran Bretaña, y consideró que esta modalidad es una herramienta más para que la ciencia y la tecnología sean un derecho humano.

Liliana Estrada Galindo, directora de INCYTU, indicó que en julio de 2015 el FCCYT y el Senado de la República firmaron un acuerdo de colaboración con la POST; de ellos “aprendimos su metodología y la adaptamos a la realidad mexicana. A la fecha, contamos con 30 notas basadas en evidencia científica en áreas como salud, medio ambiente y energía”.

También participaron en el acto Anjoum Noorani, consejero de Política y Prosperidad de la Embajada Británica; Jack Miller, responsable de temas de energía y cambio climático en la POST y Chris Tyler, director de Políticas Públicas de la University College London.

Elizabeth Ruiz Jaimes.



# El paisaje como sujeto jurídico de protección y gestión que requiere visibilidad

Desde las universidades del país y la sociedad civil organizada se empieza a valorar el concepto de paisaje y la pertinencia de que se incluya en la legislación mexicana como un elemento a considerar a la hora de transformar un determinado territorio, ya sea urbano, rural o natural, por su importancia ecosistémica, cultural, arquitectónica, monumental, agrícola, religiosa, etcétera.

El paisaje es un concepto escasamente presente en la legislación mexicana, no existen normas jurídicas que consideren explícitamente el paisaje como un sujeto jurídico de protección y gestión a considerar en cualquier ordenamiento territorial, pese a que México ha adquirido compromisos a través de acuerdos internacionales como el Protocolo de Nagoya y las Metas Aichi, destacó el doctor en geografía humana Martín Manuel Checa Artasu.

En México, la gestión del paisaje es complejo ya que 0.28% del territorio nacional pertenece al Estado. El resto, desde el siglo XIX a la fecha, ha estado sometido a procesos de explotación de recursos naturales, reparto de tierras de carácter social —demanda emanada de la Revolución Mexicana— y recomposición de espacios en aras del desarrollo económico marcado primero por el Estado, y más tarde por grandes capitales, indicó el profesor del Departamento de Sociología de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa.

“Los paisajes mexicanos son espectaculares, pero hay una mirada nula hacia éstos desde un sentido de qué territorio queremos como sociedad, cómo lo ordenamos y preservamos, y no sólo desde una visión de belleza y contemplación sino de bienestar y calidad de vida”, señaló el doctor por la Universidad de Barcelona, quien reconoció que hay numerosos conflictos por comunidades indígenas agredidas, proyectos de fracking, minería o turismo que requieren una mirada social y paisajística.

Desde su perspectiva, es necesario que el paisaje sea un sujeto jurídico a tomar en cuenta en los ordenamientos urbanos y territoriales como ocurrió en

Europa en el año 2000 con la creación del Convenio Europeo del Paisaje, el cual obliga a los firmantes a tener una legislación sobre el paisaje a nivel nacional, y cuando no es así, que se tenga a nivel provincial, autonómico o departamental, sostuvo el integrante de la Academia Mexicana de Ciencias. Dicho documento ha tenido influencia en otras naciones como Argentina y Noruega, que discuten una legislación sobre el tema actualmente.

## Un patrimonio material e inmaterial

“El paisaje es la imagen del territorio y es percepción, por tanto, es propio de los seres humanos, pero cada individuo tiene una percepción distinta de lo que observa, que depende de su formación, cultura, forma de vida, etcétera. A la vez, para poder usar el paisaje como un instrumento debe comprenderse lo que se está viendo o considerando paisaje y por qué es así”, comentó el investigador.

En la Zona Arqueológica de Teotihuacan, por ejemplo, las pirámides construidas por los antiguos pobladores imitan a la naturaleza en alusión a los cerros circundantes en los que residían asuntos vitales como la tierra, agua y fertilidad. Esta visión sagrada, aunque ya no es profesada por los pobladores, sí tiene un valor arqueológico, y en caso de que se quisiera construir un conjunto habitacional, por mencionar algo, se tendría que tomar en cuenta.

Los rascacielos de la avenida Reforma en la Ciudad de México también tienen un valor arquitectónico, además de que son un reflejo de poder, de capital, de manejo de la economía por ciertos grupos empresariales, esto es, hay lecturas políticas del paisaje, explicó el investigador originario de Cataluña, España.

“Cuando degradan el paisaje con construcciones que no son propias del lugar hay un problema de bien común, como el agua. En muchos lugares esta discusión es muy importante porque hay un uso del territorio y hay infraestructuras que modifican la dinámica de movilidad. En el fondo, el paisaje tam-



bién es un reflejo de la democracia porque la gente puede discutir, pedir o exigir que no se toque cierto territorio o que mejore su gestión para poder vivir dignamente, este último punto es el que está en el centro de la discusión”.

El tema requiere, por tanto, en opinión del especialista, una participación multidisciplinaria: arquitectos, historiadores, ecólogos, sociólogos y demás expertos. Checa Artasu añadió que en los últimos cinco años ha habido una explosión de actividades desde la arquitectura del paisaje, geografía e historia; se han creado asociaciones como la Sociedad de Arquitectos Paisajistas de México, A.C., la Red Mexicana de Estudios sobre Paisajes Patrimoniales y la Academia Mexicana de Paisaje, A.C.; incluso hay también posgrados, tesis, libros, que se suman a la discusión. Luz Olivia Badillo.

*“El paisaje es la imagen del territorio y es percepción, por tanto, es propio de los seres humanos, pero cada individuo tiene una percepción distinta de lo que observa, que depende de su formación, cultura, forma de vida, etcétera”:  
Martín Checa Artasu.*



El paisaje es un concepto escasamente presente en la legislación mexicana, no existen normas jurídicas que lo consideren explícitamente como un sujeto jurídico de protección y gestión a considerar en cualquier ordenamiento territorial. En la foto: avenida Reforma, Ciudad de México. Foto: tomada de <http://revistaelite.com.mx/>.

## A la luz, la primera imagen de un hoyo negro

El Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano (GTM), ubicado en el volcán Sierra Negra, Puebla, formó parte de los ocho telescopios agrupados en el experimento Telescopio de Horizonte de Eventos (EHT, por sus siglas en inglés) que, en sincronía con un reloj atómico, logró la primera imagen del agujero negro supermasivo de la galaxia elíptica M87, ubicada en el centro del cúmulo de Virgo a 55 millones de años luz de nuestro planeta.

Gracias a los datos obtenidos durante cuatro días en abril de 2017 por esta red de instrumentos en el espectro de onda milimétrica —que en conjunto forman un observatorio del tamaño de la Tierra— se dio a conocer el 10 de abril a nivel mundial la imagen de la sombra de un agujero negro supermasivo y su horizonte de eventos, una manifestación física de la precisión matemática de la existencia de una singularidad en el continuo de espacio-tiempo, explicó David Hughes, director del GTM y colaborador del EHT en México.

Luego de meses de análisis y dos años de estudio, finalmente las imágenes del primer agujero negro se hicieron públicas ante la prensa internacional en conferencias de prensa simultáneas organizadas por el EHT y otras 62 organizaciones participantes.

De acuerdo con Laurent Loinard, investigador del Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRYA) de la UNAM, y también colaborador del EHT, estos telescopios fueron seleccionados por su tamaño y ubicación. El GTM es el telescopio de plato único más grande de la red con 50 metros de diámetro, salvo ALMA, que es un interferómetro.

El GTM es uno de los telescopios en la parte central de la red, por lo que se tuvo la oportunidad de hacer observaciones de las dos fuentes científicas del EHT SagitarioA\* y el agujero negro en M87, agregó Hughes, integrante de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC).

De acuerdo con Loinard, los radiotelescopios ubicados en México, Chile, Antártida, Estados Unidos, España y Francia estuvieron conectados entre sí a través de la técnica de interferimetría de base muy larga (VLBI, sus siglas en inglés) que consiste en

combinar de manera precisa las señales medidas por radiotelescopios separados a cierta distancia, con el fin de obtener una resolución espacial; es decir, ver a mayor detalle. “La nitidez del EHT permitiría medir el tamaño de un cabello humano a mil kilómetros”, dijo el integrante de la AMC.

Agregó que para lograr conocer la sombra de un agujero negro, que es lo más cercano a una imagen que se puede obtener del mismo agujero negro, fue necesario el trabajo de alrededor de 200 personas. Los artículos que se generaron gracias al EHT fueron seis (en suma, alrededor de 230 páginas) y fueron publicados en *The Astrophysical Journal Letters*.

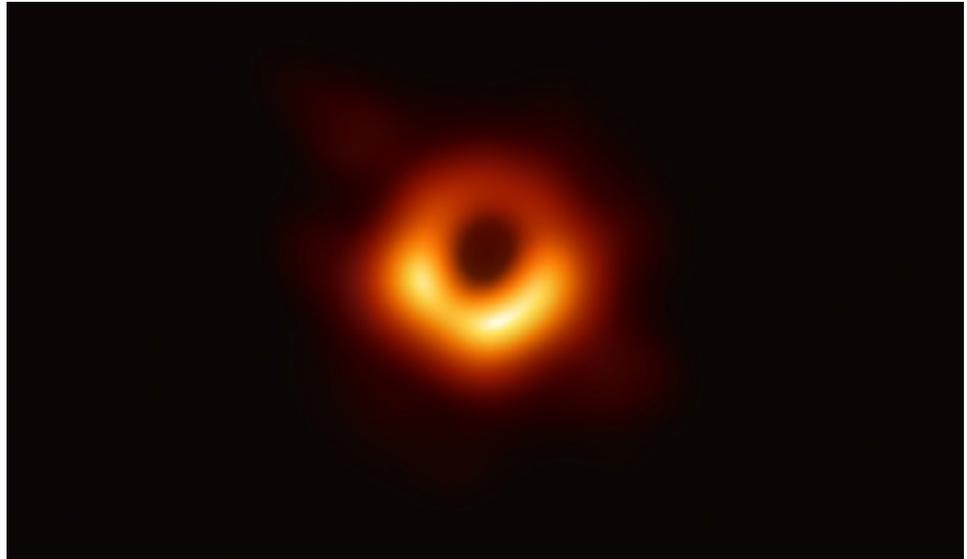
La frontera del agujero negro o el horizonte de eventos del cual el EHT toma su nombre es 2.5 veces más pequeña que la sombra que produce y es algo menor a 40 mil millones de kilómetros de ancho.

Además de esta imagen inédita, también se pondrá a prueba la relatividad general, ya que los efectos en el Sistema Solar son pequeños y la situación podría verse muy diferente en las proximidades de un agujero negro, donde la curvatura del tejido espacio-temporal es extremadamente fuerte. El EHT ayudará a dilucidar esta interrogante y abrirá nuevos marcos de trabajo para la física y la astronomía.

Entre otros avances y técnicas (como el cálculo de masa preciso), se espera que los nuevos resultados también ayuden a comprender mejor los chorros que parecen emerger desde los agujeros negros.

Los científicos explicaron que los dos hoyos negros que estudia EHT son SagitarioA\*, con una masa de aproximadamente cuatro millones de masas solares, cuyo volumen es menor en tamaño que la órbita de Mercurio. La imagen de este hoyo negro podría estar lista en uno o dos años.

El agujero negro supermasivo de M87 es mucho más grande, tiene una masa de seis mil millones de masas solares y también está a una distancia dos mil veces mayor que el agujero en el centro de nuestra galaxia, así que tienen la misma dimensión angular. SagitarioA\* es un objeto tranquilo, “durmiendo”; por el contrario, el agujero negro M87 es poderoso, con chorros de energía.



La primera imagen de un hoyo negro supermasivo de la galaxia M87 se pudo obtener gracias al experimento Telescopio de Horizonte de Eventos, que agrupa a ocho telescopios repartidos en el mundo, entre ellos el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano. Imagen: EHT.

“Con estas observaciones podremos investigar la astrofísica de los agujeros negros supermasivos y la producción de chorros en los objetos luminosos en estos ambientes”, reconoció David Hughes.

Los telescopios integrantes del proyecto son: ALMA, APEX, IRAM 30-meter telescope, James Clerk Maxwell Telescope, GTM, Submillimeter Array, Submillimeter Telescope y South Pole Telescope. El aná-

lisis de los petabytes (unidad de almacenamiento de información que equivale a un 1 seguido de 15 ceros de bytes) obtenidos, fue realizado por supercomputadoras altamente especializadas hospedadas en el Max Planck Institute for Radio Astronomy y en el MIT Haystack Observatory.

El anuncio para los medios en México se realizó en el auditorio Eugenio Méndez Docurro del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), y estuvo presidida por la directora general María Elena Álvarez-Buylla, quien reiteró que el organismo que dirige apoyará la ciencia de frontera como la realizada con el GTM, que coloca al país en la posibilidad de colaborar en proyectos con gran impacto científico internacional.

También recordó que el Conacyt seguirá apoyando la formación de jóvenes investigadores especialistas y expresó que se seguirán desarrollando proyectos tan fascinantes como éste, en donde la comunicación pública y la apropiación social de la ciencia impacten en la mente de los niños y jóvenes para fomentar en ellos la emoción por saber del Universo y explorar nuevas fronteras del conocimiento.

Se contó con la presencia de Leopoldo Altamirano Robles, director del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), así como de William Lee Alardín, coordinador de la Investigación Científica de la UNAM. Elizabeth Ruiz Jaimes.



Leopoldo Altamirano, director del INAOE; Laurent Loinard, investigador del IRYA de la UNAM; María Elena Álvarez-Buylla, directora general del Conacyt; David Hughes, director del GTM, y William Lee, coordinador de la Investigación Científica de la UNAM. Foto: Elizabeth Ruiz Jaimes/AMC.



# Roberto Enrique Martínez Martínez



Roberto Enrique Martínez Martínez es pionero en la investigación de ciencias físicas. Foto: cortesía del investigador.

Para el catedrático la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, la física es el estudio de las leyes de la naturaleza y una disciplina soportada por los experimentos. El investigador, miembro correspondiente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) desde 2009, es pionero en el área de las ciencias físicas y formador de recursos humanos de posgrado en Colombia. En 1991 recibió el Premio Weizmann que otorga la AMC a las mejores tesis de doctorado en ciencias exactas y en 1992 compartió el premio TWAS, de la Academia de Ciencias para el Mundo en Desarrollo, con Jesús Toscano, investigador de la BUAP, por el mejor proyecto de colaboración entre investigadores de países en desarrollo Sur-Sur.

En entrevista, el doctor Enrique Martínez, a quien de no haber sido físico le hubiera gustado ser ingeniero aeroespacial o economista, platicó de sus intereses de investigación.

## ¿Cuál es el panorama de la física en Colombia?

**REMM:** El panorama de la física en Colombia es alentador. A pesar de no tener muchos recursos, y que el

Estado no se ha interesado en la ciencia como parte de su programa de gobierno con el fin de desarrollar la economía, hay mucho talento y entusiasmo, lo cual es un factor importante para el desarrollo de la física a pesar de la falta de financiamiento.

## ¿Cómo, desde su perspectiva, se podría impulsar a la física en Latinoamérica?

**REMM:** Acercando a los grupos de investigación de diferentes países. La física se soporta sobre la madurez académica y las colaboraciones. Hacer ciencia de forma aislada resulta difícil actualmente, por lo que la movilidad y los eventos científicos en la región pueden ser un motor para el desarrollo de la física. Otro factor es el intercambio de estudiantes de doctorado, ya que esto también acerca a los investigadores de diferentes países y les permite hacer tareas de manera conjunta y fluida.

## Cuál ha sido su relación con México, ¿tiene colaboraciones?

**REMM:** Mi relación con la ciencia mexicana ha sido muy estrecha. Realicé mi doctorado en 1989 y el



postdoctorado en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) en 1993 y, desde esa fecha, todos los años he realizado al menos una visita a México. Siempre he tenido colaboradores mexicanos lo que ha sido un gran soporte para la investigación que realizo. También he participado en muchos eventos internacionales que se han llevado a cabo en México.

### A través de la física ¿qué aspectos del mundo y del Universo podemos entender?

**REMM:** Podríamos entender el origen de nuestra galaxia, nuestro planeta y del origen de la vida. La mecánica cuántica algún día podrá explicar la formación de las moléculas y el ácido desoxirribonucleico (ADN). Con la física hemos podido comprender el mundo que nos rodea y sacar provecho para construir represas, molinos de viento, aviones, satélites en órbita para las comunicaciones, tal es el caso del funcionamiento del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), sin olvidar la construcción de grandes equipos de uso médico.

### ¿Nos puede hablar acerca de su trabajo?

**REMM:** Usar las estructuras matemáticas para comprender el mundo ha sido una de mis grandes pasiones y retos. Parece una fantasía que de conceptos sencillos se pueda hacer un discurso de la naturaleza mediante la matemática. Con sólo unas líneas o ecuaciones se puede predecir cómo se comporta el mundo.

El mundo existe en la mente del hombre, como una representación, pero es la naturaleza misma. Lo que une estos dos mundos y hace real las elucubraciones mentales son los experimentos. Los átomos se unen para formar moléculas cuando intercambian nubes electrónicas, y el trabajo de un teórico físico es comprender este fenómeno a partir de una ecuación plasmada en el papel. Mis contribuciones han consistido en construir grupos matemáticos que permiten predecir la existencia de nuevas partículas y nuevos eventos en la naturaleza.

### ¿Podría compartir alguna metáfora que permita entender su investigación?

**REMM:** La metáfora que usaría es el razonamiento que empleó el filósofo y matemático griego Demócrito: dividir la materia hasta llegar a los constituyentes fundamentales del mundo, los átomos. Mi investigación está basada en comprender las interacciones entre las partículas fundamentales del Universo, las cuales nos permitirán entender la evolución de las estrellas y la formación de las galaxias, así como la estructura atómica y la abundancia de los elementos de la tabla periódica.

### ¿Cuál es el papel de los modelos matemáticos en sus estudios?

**REMM:** Son centrales en mi trabajo de investigación que se basa en el concepto "Grupo de transformaciones que dotan de propiedades muy interesantes a las ecuaciones de movimiento". Poder hallar dichos grupos nos permite entender por qué se conserva la energía, el momento y la carga eléctrica en los procesos físicos, entre otros aspectos.

### ¿Cuáles considera que son sus principales aportaciones a la física?

**REMM:** Mis principales contribuciones han sido los modelos con simetrías de gauge para explicar la existencia de tres familias de fermiones y comprender la naturaleza de sus masas. También modelos con múltiples campos escalares o *Higgses*.

### ¿Cuáles son las preguntas que le gustaría que se resolvieran pronto acerca del Universo o de algún fenómeno natural?

**REMM:** Me gustaría que se resolviera el problema de la geometría del Universo y el número de dimensiones. Y que se pudieran entender las turbulencias y encontrar las soluciones a la ecuación de Navier-Stokes.

### ¿Por qué?

**REMM:** Con la geometría podríamos comprender el origen del Universo. El problema de las turbulencias abriría un gran panorama de investigación y solucionaría muchos problemas de desastres que agobian a la humanidad. Noemí Rodríguez González.



# ciencia

Revista de la Academia Mexicana de Ciencias

## Ciencia en MÉXICO: ¿para, qué?

Ciencia, tecnología e innovación:  
una agenda para 2018-2024

El futuro nos alcanza

Una reflexión sobre el desarrollo científico reciente

Nuevos ojos para la astronomía mexicana

\$40.00 MN  
ISSN 1405-6550



www.revistaciencia.amc.edu.mx



Contaminación del

# agua

Conferencia

Imparte:  
M. en C. Constantino  
Gutiérrez Palacios

**DOMINGO** 11:00 h | Foro R3  
**19** Universum, Museo  
**MAYO** de las Ciencias  
ENTRADA LIBRE

La biogeografía de

# México

¿De dónde llegaron los  
animales y plantas  
de nuestro país?

Conferencia

Imparte:  
Dr. Juan José  
Morrone Lupi

**DOMINGO** 11:00 h | Foro R3  
**26** Universum, Museo  
**MAYO** de las Ciencias  
ENTRADA LIBRE



## La Academia Mexicana de Ciencias convoca a los PREMIOS DE INVESTIGACIÓN 2019 para científicos jóvenes

Se otorgará diploma y ciento cincuenta mil pesos al mejor candidato en cada una de las áreas de **Ciencias Exactas, Humanidades, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales**, así como en el área de **Ingeniería y Tecnología**.

Se invita a los investigadores y a las instituciones de investigación a proponer candidatos, de acuerdo con las siguientes

### Bases

1. Las candidaturas se presentarán de manera individual. Podrá concursar cualquier científico que haya investigado en México en los últimos cinco años en alguna institución acreditada y que no haya cumplido, en el caso de los hombres 40 años y para las mujeres 43 años, al 31 de mayo de 2019, requisitos que deberán **comprobarse con copias de documentos legales**.
2. El candidato deberá registrarse en la página electrónica [www.amc.mx](http://www.amc.mx), llenar e imprimir el formato AMC-PI y anexarlo al expediente.
3. El candidato deberá presentar la documentación requerida en el siguiente orden:
  - 3.1 Forma AMC-PI impresa del registro electrónico.
  - 3.2 Carta de postulación al Premio de un colega que conozca de cerca su investigación, destacando la contribución científica, el impacto de su trabajo, y otros elementos que justifiquen su candidatura.
  - 3.3 Carta de anuencia para concursar especificando en qué área participa y señalando cómo impactan sus contribuciones en el desarrollo del área que elige.
  - 3.4 *Curriculum vitae* detallado.
  - 3.5 Lista de publicaciones incluyendo el factor de impacto de las revistas, además de anexar las separatas o copias de los trabajos señalando los que considera más relevantes. También deberá señalar las publicaciones emanadas de tesis dirigidas.
  - 3.6 Relación de citas de cada uno de sus trabajos de investigación, o en su caso, referencias bibliográficas que comenten sus trabajos.
  - 3.7 En el área de ingeniería y tecnología, se requiere documentar los desarrollos tecnológicos (por ejemplo, manual de procesos, ingeniería básica, planos, etcétera) y en su caso, anexar constancias de explotación por terceros.
  - 3.8 Cualquier elemento adicional que refuerce su candidatura (constancias de su participación docente y en la formación de recursos humanos, etcétera).
  - 3.9 Copia de título de doctorado.
  - 3.10 Constancia de patentes e innovación o transferencia de tecnología.
  - 3.11 Copia de identificación oficial con fotografía.
  - 3.12 Copia de contrato como investigador actualizada.
  - 3.13 Igualmente deberá anexar un disco compacto con toda la documentación antes enlistada en formato PDF, en carpetas separadas con nombre.
4. El Premio de Ingeniería y Tecnología se otorgará **por el desarrollo de nueva tecnología y por innovaciones de tecnología existente (3.10)**. Para evaluar las candidaturas del Premio en esta área, se considerarán fundamentalmente los siguientes elementos: elaboración de manuales de proceso, diseño o modificación de prototipos, instrumentación, maquinaria, desarrollos y modificaciones en las ciencias bioquímicas, desarrollo de nuevos materiales, aportaciones en el campo de la agronomía y contribuciones en ciencias de la ingeniería. Si el candidato ha desarrollado una tecnología ya utilizada por terceros, también deberá presentar las constancias de usuarios, de transferencia y, de haberlas, las patentes generadas.
5. La fecha límite para presentar candidaturas es el **jueves 13 de junio de 2019**.
6. El Jurado estará formado por la Comisión de Premios, elegida por votación de los miembros de la Academia Mexicana de Ciencias. Dicha Comisión está presidida por el Vicepresidente de la AMC.
7. El Jurado tomará en cuenta como criterios para evaluar, entre otros, el rigor científico, la calidad, la originalidad, la independencia de la investigación, así como el liderazgo y el impacto del trabajo de investigación.
8. El Jurado analizará todo el trabajo de investigación realizado por los candidatos, con base en las publicaciones y en los documentos mencionados en el punto 3, y en su caso en el punto 4 de esta convocatoria, **especialmente el trabajo llevado a cabo como miembros de instituciones mexicanas**.
9. En cada área el Premio será único. El Jurado podrá declarar desierto alguno de los premios.
10. El dictamen del Jurado será inapelable.
11. No podrán participar quienes hayan recibido el Premio de Investigación en años anteriores.
12. Los resultados serán publicados durante la primera quincena de noviembre de 2019 en la página de la Academia [www.amc.mx](http://www.amc.mx). Los premios se entregarán en sesión solemne.

Una vez publicados los resultados y hasta el 28 de febrero de 2020 los candidatos podrán recoger su documentación en las oficinas de la AMC o cubrir el pago de mensajería para el envío correspondiente, después de esa fecha la Academia no podrá conservar su documentación.

Las candidaturas con la documentación completa se podrán entregar personalmente o enviarse por **servicio de mensajería** a las oficinas de la Academia, km 23.5 Carretera Federal México-Cuernavaca, Calle Cipreses S/N, San Andrés Totoltepec, Tlalpan, C.P. 14400, Ciudad de México, México, de lunes a viernes de 9:00 a 17:00 horas, **a más tardar el jueves 13 de junio de 2019**.

Para mayor información: Martha Villanueva, Tels. (55) 58 49 51 09 y (55) 58 49 51 80, e-mail: [mbeatriz@unam.mx](mailto:mbeatriz@unam.mx), <http://www.amc.mx>



## ACADEMIA MEXICANA DE CIENCIAS CONVOCATORIA DE ADMISIÓN DE NUEVOS MIEMBROS REGULARES 2019

### El Consejo Directivo de la Academia Mexicana de Ciencias invita a todos sus miembros a presentar candidatos para ingresar este año a nuestra Academia, como miembros regulares.

Las candidaturas serán analizadas por la Comisión de Membresía. De acuerdo con el artículo 5º de los Estatutos: "podrán ser miembros regulares quienes trabajen la mayor parte del tiempo en México y sean investigadores activos de reconocido mérito en su especialidad".

Para ser candidato a miembro regular se requiere:

- i) Que la candidatura sea propuesta por escrito al Presidente de la Academia por un miembro de la misma que no pertenezca al Consejo Directivo ni a la Comisión de Membresía, y que tampoco sea Presidente de alguna Sección Regional; que tenga la misma especialidad del candidato si los hay dentro de la Academia, o alguna especialidad afín. Dicha propuesta deberá destacar la contribución científica que justifique la incorporación del candidato a la Academia.
- ii) Que el candidato sea investigador activo y que demuestre una producción científica constante, en revistas y/o libros de circulación internacional durante los últimos tres años, sustentada con los comprobantes correspondientes.
- iii) Que la solicitud sea acompañada del currículum vitae del candidato (completo), más separatas o copias de sus trabajos y una carta en la que manifieste su anuencia a ser candidato.

Para la evaluación de los candidatos, la Comisión de Membresía considerará entre otros, los siguientes elementos:

- La contribución científica del candidato en el campo de su especialidad, particularmente el trabajo realizado en instituciones mexicanas.
- La contribución del candidato en la formación de recursos humanos de alto nivel en México, principalmente en el nivel de doctorado.
- La recepción de financiamientos a los proyectos de investigación como responsable.
- Que el candidato a miembro regular esté establecido en México.

La Comisión de Membresía tendrá las facultades para aplicar criterios de equivalencias en los casos que así lo considere pertinente

Como la Comisión se guía por estos lineamientos, las candidaturas deberán satisfacer los siguientes requisitos:

1. Llenar formato de solicitud **AMC-M** en línea en la página de la AMC en Internet ([www.amc.mx](http://www.amc.mx)). Deberá guardar e imprimir este formato para presentarlo junto con los siguientes documentos:
2. Carta de anuencia del candidato.
3. Carta de presentación por un miembro de la Academia. El texto de ésta deberá tener las siguientes características:
  - Presentar al candidato de acuerdo con el punto i) anterior, destacando explícitamente su particular contribución científica. Las presentaciones que contengan referencias genéricas o vagas con respecto a la calidad y originalidad de los trabajos, pueden dificultar la labor de la Comisión de Membresía.
  - Señalar los elementos que apoyen la independencia del candidato como investigador, requerida por el punto ii). Estos elementos pueden ser, por ejemplo, ser autor principal de trabajos de calidad, haber dirigido tesis que hayan originado publicaciones, haber publicado trabajos con diversos coautores, etcétera. En el caso de que el candidato trabaje en grupos de investigación, detallar su contribución.
  - Señalar en cuál de las secciones en que está organizada la Academia ubicaría al candidato.
4. Currículum vitae actualizado (en extenso) donde aparezca la relación de citas y/o reseñas de sus trabajos de investigación (artículos, capítulos de libro, memorias de congresos, etcétera); o en su caso referencias bibliográficas y reseñas que comenten sus trabajos; la relación de financiamientos que han recibido sus trabajos de investigación, así como de los proyectos de investigación en los que ha participado como responsable. Deberá incluir también la lista de tesis dirigidas o de contribución en la formación de recursos humanos en México, especificando cuáles han sido asesoradas como director o co-director. En ambos casos deberá incluir solo la lista de tesis dirigidas **concluidas**, con los comprobantes correspondientes.
5. Separatas o copias completas de sus trabajos (los más importantes de su trayectoria y los de los últimos tres años)
6. En el caso de candidatos extranjeros, además de lo anterior, se deberá comprobar su permanencia en México, y que el aspirante esté contratado por una institución nacional.
7. La documentación anterior (puntos 1. al 6.) deberá presentarse en **carpeta física** incluyendo índice de contenido tal y como se indica a continuación: 1. Forma AMC-M; 2. Carta de anuencia firmada por el candidato; 3. Carta de presentación firmada por un miembro de la AMC; 4. Currículum Vitae en extenso y comprobantes de tesis dirigidas como director o co-director (las tesis reportadas deben estar **concluidas**); 5. Separatas y Trabajos completos (no bastan copias de carátulas ó índices, deberá presentar la información diferenciando artículos indizados, capítulos de libro, memorias de congresos, etcétera); y 6. Comprobantes de permanencia en México (extranjeros). Esta misma información deberá presentarse en una USB en formato PDF también con índice de contenido por nombre de archivo y creando una carpeta digital para cada punto (1. Al 6.), no se recibirán documentos por correo electrónico. Toda su documentación le será devuelta al término del proceso de evaluación.

**Sólo se tomará en cuenta la producción académica del candidato hasta la fecha de cierre de esta convocatoria**

**Sólo los expedientes completos (carpeta, USB y registro en línea), serán evaluados por la Comisión de Membresía**

Las solicitudes rechazadas en la convocatoria 2017 no podrán presentarse nuevamente sino hasta después de transcurridos dos años.

El proceso de evaluación finalizará en enero de 2020. Después de esa fecha los candidatos podrán recoger su documentación en las oficinas de la AMC o cubrir el pago de mensajería para el envío correspondiente. A partir de marzo de 2020 la Academia no podrá conservar su documentación.

Las propuestas (carpeta y USB) deberán enviarse a las oficinas de la Academia, ubicadas en el km 23.5 de la Carretera Federal México-Cuernavaca, Calle Cipreses s/n, San Andrés Totoltepec, 14400, Tlalpan, Ciudad de México, de lunes a viernes de 10:00 a 17:00 horas a más tardar el **jueves 20 de junio de 2019**.



Study of Young Woman Writing. Giovanni Boldini

## Becas para Mujeres en las Humanidades y las Ciencias Sociales Convocatoria 2019

La Academia Mexicana de Ciencias y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, abren a concurso las **“Becas para Mujeres en las Humanidades y las Ciencias Sociales”**. Con el objeto de promover a las mujeres en estas áreas y motivando a las jóvenes científicas mexicanas para progresar en la generación de conocimiento, se otorgarán anualmente, dos becas destinadas a la realización de trabajos de investigación científica a nivel de posdoctorado, una en el ámbito de Ciencias Sociales y otra en Humanidades, de acuerdo con las siguientes bases:

1. Las “Becas para Mujeres en las Humanidades y las Ciencias Sociales” se destinarán a la realización de estudios avanzados en universidades u otras instituciones mexicanas reconocidas. Las solicitantes deberán tener plaza de investigadoras o beca posdoctoral.
2. Se otorgarán, anualmente, dos becas: una para Ciencias Sociales y otra para Humanidades, con valor unitario de \$100,000.00 (cien mil pesos mexicanos).
3. Podrá concursar cualquier científica de nacionalidad mexicana que haya obtenido el grado de doctora en los últimos cinco años y que no haya cumplido 40 años de edad al primero de mayo de 2019.
4. La candidata deberá llenar el formato de registro en la página electrónica [www.amc.mx/becahycs](http://www.amc.mx/becahycs), y subir a la plataforma los siguientes documentos en archivos individuales y en formato PDF (no se reciben documentos por correo electrónico):
  - 4.1 Carta de apoyo del Coordinador, si trabaja en un grupo, o del Director de la dependencia, si realiza investigación independiente.
  - 4.2 *Curriculum vitae* detallado.
  - 4.3 Separatas o copias de sus trabajos.
  - 4.4 Proyecto de investigación a nivel posdoctorado, señalando la parte a desarrollar con el apoyo y calendario de actividades.
  - 4.5 Descripción del objetivo de la investigación propuesta en una cuartilla.
  - 4.6 Constancia del contrato laboral especificando el tipo de plaza que tiene o acreditación de la beca posdoctoral.
  - 4.7 Copia de su identificación oficial con fotografía.
  - 4.8 Copia del título de doctorado.
5. El Jurado estará integrado por la Comisión de Premios de la AMC de las áreas respectivas.
6. El Jurado tomará en cuenta para evaluar, entre otros criterios, la calidad, originalidad, independencia y relevancia de la línea de investigación de la candidata.
7. El Jurado podrá declarar desierta alguna de las Becas.
8. El dictamen del Jurado será inapelable.
9. El resultado del concurso se comunicará a través de la página electrónica de la AMC.
10. Las ganadoras se comprometerán a informar a la AMC, por escrito, del destino de los fondos de la Beca e incluirán un reconocimiento (a las tres instituciones convocantes de estas Becas), en las publicaciones que derivarán de este apoyo.

Las candidaturas se podrán registrar a partir de la publicación de esta Convocatoria y hasta el **jueves 13 de junio de 2019 a las 16:00 horas (hora del centro)**, en la página [www.amc.mx/becahycs](http://www.amc.mx/becahycs)

Mayores informes: Martha Villanueva, Tels. (55) 5849 5109 y (55) 5849 5180  
mbeatriz@unam.mx, <http://www.amc.mx>





[boletin@amc.edu.mx](mailto:boletin@amc.edu.mx)

[www.amc.mx](http://www.amc.mx)

5849 4904 y 5849 5522