



## *Boletín de la Sociedad Química de México*

Volumen 13  
Número 1  
enero-abril



## EDITORES

Dra. Verónica García Montalvo  
Dr. Jorge Guillermo Ibáñez Cornejo  
Dr. Alberto Rojas Hernández

## COMITÉ EDITORIAL

Dra. Catalina Pérez Berumen  
Dr. Miguel Ángel Méndez Rojas  
Dr. Miguel Ángel Muñoz Hernández

## ASISTENCIA EDITORIAL

Estefanie Luz Ramírez Cruz  
boletin.sqm@gmail.com

## MAQUETACIÓN

Estefanie Luz Ramírez Cruz  
Sociedad Química de México, A.C.

## IMPRESIÓN

Formas e Imágenes  
Av. Universidad 1953, edif. 2, loc. E  
Col. Copilco el Bajo, Del. Coyoacán  
Ciudad de México, 04340  
formaseimagenes@gmail.com



**EN PORTADA:** Exposición de la Tabla Periódica Monumental en el 53° Congreso Mexicano de Química y 37° Congreso Nacional de Educación Química en la Unidad Zacatenco del IPN, Ciudad de México 2018.

## DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS

El Boletín de la Sociedad Química de México, año 13, número 1, enero-abril de 2019, es una publicación cuatrimestral, enero-abril de 2019, editada por la Sociedad Química de México, A.C., Barranca del Muerto 26, Col. Crédito del Constructor, Del. Benito Juárez, 03940, Ciudad de México, Tel. (01 55) 56 62-68 37. <http://bsqm.org.mx/>, boletin.sqm@gmail.com. Editores responsables Jorge Ibáñez, Verónica García, Alberto Rojas/ Impreso: Certificado de Reserva: 04-2016-021511381800-106, ISSN 1870-1809 ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Certificado de Licitud de Contenido: en trámite. Registro postal de impresos depositados por sus editores o agentes otorgados por SEPOMEX: IM09-0312. Impreso por: Formas e Imágenes. Se terminó de imprimir en diciembre de 2018 con un tiraje de 500 ejemplares./ Electrónico: Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2017-063013203100-203, ISSN-e: 2594-1038, ambos otorgados por Instituto Nacional de Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número Estefanie Ramírez y Lizbeth Méndez, Sociedad Química de México A.C. Fecha de última modificación: 30 de abril de 2019.

## EDITORIAL

En el 2019, Año Internacional de la Tabla Periódica de los elementos químicos, invitamos a académicos, docentes, investigadores y estudiantes de las diferentes ramas de la Química a participar en nuestra publicación, haciendo énfasis en los temas relacionados con la Tabla Periódica, su historia y desarrollo, así como de los elementos que la componen.

Como ejemplo de ello, en este número se da cuenta de la primera de seis Jornadas Académicas que la Sociedad Química de México organizará a lo largo del 2019 para celebrar el Año Internacional contando, como siempre, con ponentes de destacada trayectoria quienes, en esta ocasión, harán énfasis en los temas relacionados con la Tabla periódica y la aplicación de diferentes elementos químicos.

También, se incluye la segunda parte de la Historia de la Tabla Periódica que nos comparte José Adrián Peña Hueso, además de la reflexión que Elizabeth Gómez, Hortensia Segura y Virginia Trejo hacen acerca de la importancia de visibilizar la participación que han tenido las mujeres científicas en el descubrimiento de elementos químicos.

Esperamos contar con su participación considerando que éste es un boletín de carácter divulgativo, diseñado para combinar el rigor científico y la práctica profesional, con lenguaje asequible y de lectura agradable.

Les recordamos a los interesados que las secciones que se incluyen son:

**Entrevista:** considera charlas con personas relacionadas a la Química ya sea por su profesión o actividad o gusto personal.

**Química y Sociedad:** publica artículos, ensayos o noticias que se consideren relevantes para la vida cotidiana, desarrollo sostenible, focos rojos en asuntos de contaminación o depredación del ambiente, por citar sólo algunos.

**Química y desarrollo:** se centra en la investigación actual o futura (artículos, ensayos, notas, traducciones de artículos relevantes que cuenten con las autorizaciones debidas).

**Para los estudiantes:** recibe documentos que traten un concepto a profundidad o de forma novedosa y que brinde herramientas de apoyo para los lectores.

**Reseñas:** contiene resúmenes y críticas de libros publicados recientemente o de uso generalizado en los diversos programas de enseñanza (licenciatura, posgrado), así como de artículos de investigación publicados en revistas de prestigio o que marquen un hito en la disciplina correspondiente.

También se contemplan reseñas de tecnologías específicas relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de la química a través de software, archivos de programa o video digital disponibles en sitios web.

Para conocer las normas y el proceso de publicación, le invitamos a visitar nuestra página web [www.bsqm.org.mx](http://www.bsqm.org.mx)

# CONTENIDO



## NOTICIAS

Sección Estudiantil de la Sociedad Química de México de la  
Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa 5

Jornada Académica "Química sin fronteras" Universum, celebrando el  
Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos 6

## QUÍMICA Y DESARROLLO

Sensores electroquímicos de contaminación y sistemas de alerta temprana  
*Jorge G. Ibáñez-Cornejo* 8

Convocatoria al 54° Congreso Mexicano de Química,  
38° Congreso Nacional de Educación Química y Expoquímica 2019 10

Elementos Químicos: El Carbono, C  
*Joaquín Palacios Alquisira* 15

## ENTREVISTA

Dr. Raymundo Cea Olivares, Director del programa de divulgación científica  
de la Academia Mexicana de Ciencias "Domingos en la ciencia"  
*Verónica García Montalvo* 18

## QUÍMICA Y SOCIEDAD

Visibilizar a las mujeres en la tabla periódica de los elementos químicos  
*Elizabeth Gómez, Hortensia Segura y Virginia Trejo* 22

Historia de la Tabla Periódica de los Elementos  
Parte II  
*José Adrián Peña Hueso* 26

Nuestros socios distinguidos:  
El Dr. Federico García Jiménez y la Mtra. Yolanda Josefina Castells García 30

## PARA ESTUDIANTES

Seguri-Lab  
Regaderas de Emergencia  
*Hugo J. Ávila Paredes* 31



SOCIEDAD QUÍMICA  
DE MÉXICO, A.C.

# WEBINARS

Conferencias online



**21 de mayo - "Fórmulas Binarias, el camino para eficientar su producción de Tintes Capilares"**, I.Q. Alberto Nassim Pineda, Gerente de línea de *HairCare&Coloration and Fragrances* de Industrias Sintoquim.

**6 de junio - "Catálisis y Química Verde"**  
Dr. David Morales Morales -IQ, UNAM.

**13 de junio - "Compuestos de metales de transición con ligantes S,N-donadores (Sac-Nac)"**  
Dr. Jorge Albino López Jiménez, CNYE de la Universidad de Guanajuato.

**19 de junio - "La interfase entre la Química y la Biología utilizando métodos computacionales – Grupo QUBIC"**  
Dra. Karina Martínez Mayorga- IQ-UNAM.

**8 de Julio - "El desafío de la conservación en productos cosméticos"**  
QFB. Ana Cecilia Terrón Saínos, SQCM.

**21 de agosto - "El papel de los silico-carbonatos de metales alcalinotérreos, su interacción con biomoléculas y sus posibles implicaciones en el origen químico de la vida"**  
Dr. Abel Moreno Cárcamo, UNAM.



ACS  
Chemistry for Life®

The American Chemical Society



Sociedad de Químicos Cosmólogos  
de México A.C.



Conferencias on-line  
Registro en [www.sqm.org.mx](http://www.sqm.org.mx)

## Sección Estudiantil de la Sociedad Química de México de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa



Académicos, investigadores y miembros de la Sección Estudiantil durante la inauguración de actividades.

La Sección Estudiantil de la Sociedad Química de México de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa inauguró sus actividades el pasado 24 de enero en un acto académico al cual acudieron autoridades de la UAM Iztapalapa y de la Sociedad Química de México.

El evento tuvo lugar en el auditorio 2 del edificio C de esta unidad educativa y contó con la participación de la Dra. Lena Ruiz Azuara, Comisionada de Relaciones Internacionales de la SQM, como representante de la Dra. María del Jesús Rosales Hoz, el Dr. Carlos Rius Alonso, Presidente de la Sección Valle de México de la SQM y del Dr. Rodrigo Díaz Cruz, Rector de la unidad Iztapalapa, quien inauguró oficialmente las actividades de la Sección Estudiantil.

Como parte del programa, Carlos Baillet, Presidente de la Sección Estudiantil, presentó a su sección comentando la importancia de generar la conciencia de gremio entre los estudiantes de licenciatura de las diferentes ramas de la química, de manera que el trabajo conjunto les permita fortalecer su preparación.

Su misión es lograr la unión de todos los estudiantes de ramas asociadas a la química, a través de desarrollar sus conocimientos tanto de química como de trabajo en equipo para, posteriormente, lograr un efecto dominó que motive a los demás a trabajar juntos y eliminar el individualismo, comentó.

La mesa directiva de la Sección Estudiantil quedó integrada de la siguiente manera:

Profesores tutores: Dr. Ignacio González Martínez, Dr. Alberto Rojas Hernández

Presidente. Carlos Alberto Baillet Barragán

Vicepresidente. José Ángel García Rodríguez

Secretario. Brandon Arredondo Martínez

Prosecretario. Diana Zeltzin Alonso Rojas

Tesorero. Hazel Uriel Vázquez Hernández

Protesorero. Luis Diego González

Vocal 1. Arturo Sebastián García Sáenz

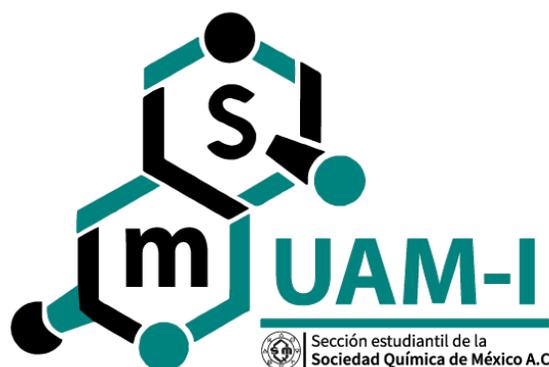
Vocal 2. Yaris Karina Martínez Córdoba

Vocal 3. Mariana Almanza Montoro

Vocal 4. Edgar Sulca Fonseca

Como primera actividad de la Sección Estudiantil la Dra. Lena Ruiz Azuara impartió la conferencia “La Química y su impacto en las áreas del conocimiento. Un ejemplo, la Química Medicinal” en la que mencionó la importancia del desarrollo de nuevos fármacos que, no sólo tengan mayor efectividad, sino que se procure que su fabricación sea más económica para los países en desarrollo y, sobre todo, que sean menos agresivos al cuerpo humano.

Deseamos el mayor de los éxitos a los estudiantes de la UAM Iztapalapa para que su trabajo como asociados ayude a fortalecer su preparación como futuros profesionistas.



Logo de la Sección Estudiantil de la SQM de la UAM Iztapalapa.

Al cierre. El Consejo Ejecutivo Nacional considera que el logo de la Sección Estudiantil de la UAM Iztapalapa, diseñado por José Ángel García Rodríguez, deberá ser el mismo que utilicen otras secciones estudiantiles adecuando únicamente los colores y las siglas a los de su institución sede.

# Jornada Académica "Química sin fronteras" Universum, celebrando el Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos



Presidium: Dr. Jorge Peón Peralta, M. en C. Gabriela Sara Guzzy Arredondo, Dra. María del Jesús Rosales Hoz y el Dr. Ignacio González Martínez.

Como parte de los festejos del Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos, el pasado 26 de febrero se llevó a cabo la primera de seis Jornadas Académicas "Química sin Fronteras" que se realizarán este año en el marco de dicha celebración.

El Teatro del Museo Universum en Ciudad Universitaria fue la sede de esta importante actividad contando con la asistencia de 195 personas entre los que se cuentan estudiantes, profesores e investigadores de instituciones como la UNAM, UAM, la Universidad Autónoma de Tlaxcala, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, la Universidad La Salle y la Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla entre otras instituciones.

En el presidium nos acompañaron la M. en C. Gabriela Sara Guzzy Arredondo, Directora del Museo Universum; el Dr. Jorge Peón Peralta, Director del Instituto de Química de la UNAM; la Dra. María del Jesús Rosales Hoz, Presidenta de la Sociedad Química de México y el Dr. Ignacio González Martínez, Presidente Electo de la SQM.

Las conferencias de este año, en sus diferentes sedes, tendrán como eje articulador la Tabla Periódica y los elementos químicos. En esta primera fecha el programa estuvo integrado por los siguientes temas y conferencistas:

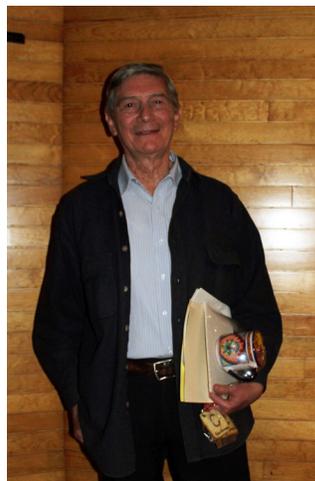
Dr. Plinio Sosa Fernández, de la FQ de la UNAM con la conferencia "La magia de la Tabla Periódica", en la cual nos

comentó acerca de los científicos que a lo largo del tiempo han contribuido al conocimiento de los elementos químicos, así como de la contribución que tuvieron en la clasificación de los elementos, la cual derivó en la actual tabla periódica.

La Dra. Liliana Quintanar Vera del Cinvestav con la conferencia "Metales y enfermedades degenerativas: ¡No dejes que tu cuerpo saque el cobre!", donde pudimos conocer acerca de la abundancia de los elementos en la naturaleza, pero sobre todo, en nuestro cuerpo, haciendo énfasis en la implicación de los metales en las enfermedades degenerativas en los humanos.

El Dr. José Luis Córdova Frunz de la UAM Iztapalapa con la charla sobre la "Evolución de la Tabla Periódica" exponiendo la historia de la tabla periódica desde el punto de vista de la evolución cognitiva, haciendo un recorrido histórico del estudio de los elementos y de los compuestos químicos; así como de los materiales y tecnologías que fueron útiles para el análisis de los elementos químicos.

El Dr. José Guadalupe López Cortés del Instituto de Química de la UNAM con la conferencia "Metales en la medicina" en donde nos platicó un poco acerca de la historia del uso de los metales en la medicina a lo largo del tiempo haciendo énfasis en la importancia del trabajo de investigación que los y las químicas hacen para concluir en un medicamento funcional que pueda salir al mercado.



Dr. José Luis Córdova Frunz.



Dr. Enrico Ramírez Ruiz.

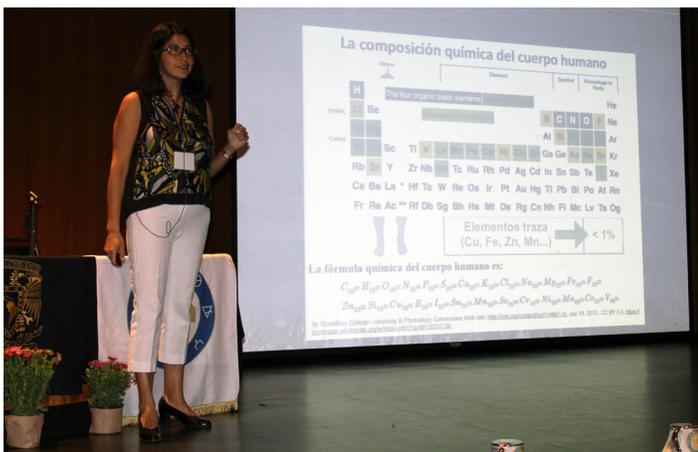
El Dr. Enrico Ramírez Ruiz de la Universidad de California y el Instituto Niels Bohr de la Universidad de Copenhague con la conferencia “El origen de los elementos en el Universo”, en la cual nos platicó acerca del origen el oxígeno, el hierro y, principalmente, de la comprobación que su equipo de trabajo ha hecho acerca del origen del oro en el Universo.

Finalmente, agradecemos la participación de la Sección Estudiantil de la SQM de la UAM Iztapalapa como parte del staff. Su apoyo y entusiasmo han coadyuvado en el éxito de esta actividad.

Consulta nuestras actividades en [www.sqm.org.mx](http://www.sqm.org.mx) para conocer las fechas y sedes de las actividades que organizamos como parte de la celebración del Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos. También puedes consultar nuestras redes sociales para ver las fotografías y videos de los eventos que ya estamos llevando a cabo.



De izq. a der.: Dr. Enrico Ramírez, Dra. Liliana Quintanar, Dr. Ignacio González, Dr. José Guadalupe López, Dr. Plinio Sosa, Dra. María del Jesús Rosales.



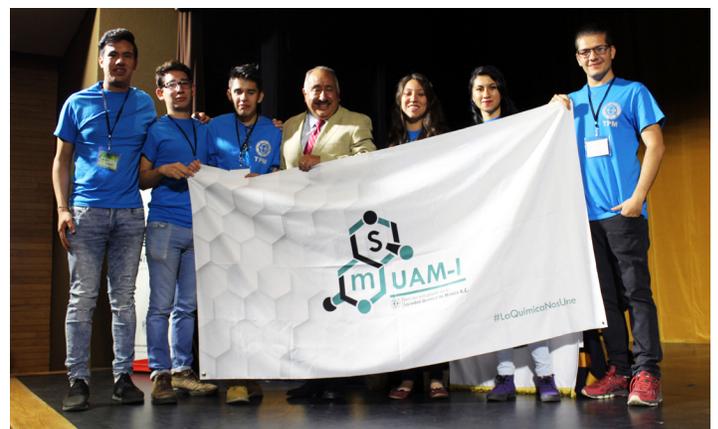
Dra. Liliana Quintanar Vera.



Asistentes en el Tapete de la Tabla Periódica.



Dr. José Guadalupe López Cortés.



Sección Estudiantil de la SQM de la UAM Iztapalapa apoyando en el desarrollo del evento.

# Sensores electroquímicos de contaminación y sistemas de alerta temprana

Jorge G. Ibáñez-Cornejo\*

En vista de la gran variedad de contaminantes existentes y sus diversas toxicidades e impactos negativos, la comunidad electroquímica se ha propuesto desarrollar sensores para controlar la contaminación en tiempo real y en una gama amplia de entornos (Cretescu et al., 2017). Debido a la facilidad intrínseca de las celdas electroquímicas para su miniaturización y el desarrollo exponencial en electrónica, ya hay disponibles sensores/circuitos autónomos que se adaptan muy bien a la variabilidad espacial y la exposición personal, y que son de bajo costo, portátiles, sensibles, reproducibles, de respuesta rápida, de baja potencia, e inalámbricos (WiFi / Bluetooth) (Kumar et al., 2015; Lewis and Edwards, 2016; Piedrahita et al., 2014; Yi et al., 2015). Los métodos electroquímicos ofrecen costos más bajos y equipos menos sofisticados que sus contrapartes ópticas (Verestiuc et al., 2014). Se han reportado electrosensores de bajo costo \$5-100 USD (Lewis and Edwards, 2016; Piedrahita et al., 2014). Así, se hace factible una gran cobertura geográfica (Yi et al., 2015). A pesar de los desafíos relacionados con la sensibilidad cruzada con otros gases, así como a la temperatura y la humedad, y su susceptibilidad al envenenamiento, los desarrollos en el campo de la detección de gases son sobresalientes. Estos sensores funcionan con una variedad de principios operativos, principalmente como resultado de los cambios experimentados por un elemento sensor durante la adsorción o reacción del gas objetivo. Las respuestas observadas son generalmente consecuencias de cambios inducidos en la resistencia, impedancia, capacitancia, conductancia, polarización, función trabajo, potencial, o corriente en el sistema (Kumar et al., 2015; Piedrahita et al., 2014).

## Sensores basados en intercambio de electrones

Desde una perspectiva electroquímica, los sensores basados en reacciones de oxidación-reducción responden a los mismos principios que los involucrados en varios de métodos de remediación electroquímica (Radjenovic and Sedlak, 2015; Zheng et al., 2017). Las reacciones redox resultantes (ya sea en electrolitos líquidos o sólidos) inducen picos de corriente específicos cuyas magnitudes son proporcionales a las concentraciones de los analitos electroactivos (Pandey et al., 2012). Los métodos más comunes incluyen amperometría, potenciometría, voltamperometría cíclica, y mediciones de impedancia (Pandey et al., 2012). Por ejemplo, los sensores de electrolitos sólidos que utilizan perturbaciones voltamperométricas cíclicas responden a la magnitud de la concentración de diferentes gases adsorbidos en el electrolito provocados por las reacciones redox. Este tipo de sensor de electrolito sólido se ha utilizado por ejemplo en la detección de  $\text{NO}_x$  y  $\text{SO}_x$  (Kumar et al., 2015).

Los sensores basados en los cambios de resistencia eléctrica también pueden depender indirectamente de las reacciones redox.

Por ejemplo, el oxígeno molecular puede oxidar a gases reductores sobre la superficie de óxidos semiconductores tipo  $n$  ( $n$ -SC  $\text{MO}_x$ ). Esto libera electrones y disminuye la cantidad de iones óxido en la red del  $n$ -SC, lo que disminuye la resistencia del sensor de manera proporcional a la concentración del gas reductor objetivo (Cretescu et al., 2017; Piedrahita et al., 2014). Se ha monitoreado al CO de esta manera (Piedrahita et al., 2014). Asimismo, hay sensores de  $\text{O}_3$  disponibles, aunque muestran una sensibilidad cruzada significativa hacia el  $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{NO}_2$  (Alphasense, 2019). Los gases  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{CS}_2$  y  $\text{NO}_x$  también son susceptibles de detección electroquímica (Pandey et al., 2012; Piedrahita et al., 2014; Yi et al., 2015). Algunos sensores electroquímicos se pueden optimizar mediante la inserción de membranas para mejorar la selectividad, y de superficies catalíticamente activas para facilitar la etapa de detección (Cretescu et al., 2017; Pandey et al., 2012). Recientemente se han utilizado polímeros conductores como elementos sensores (Ibanez et al., 2018; Pandey et al., 2012).

Además del monitoreo de contaminantes en la fase gaseosa, los sensores para el medio marino son de importancia fundamental pues éste juega un papel clave en la regulación del clima global, principalmente como fuente de biodiversidad (Justino et al., 2015).

## Sistemas de alerta temprana

Aunados al desarrollo de sensores, los sistemas de alerta de respuesta rápida (o *sistemas de alerta temprana*) son necesarios para prevenir daños graves a la salud humana y animal, al medio ambiente en general, y a los materiales (Dzyadevych et al., 2005). Por ejemplo, se ha desarrollado un sistema de alerta para evitar la descarga de Hg en aguas superficiales en el caso de un aumento accidental en la concentración de Hg (Verestiuc et al., 2014), con la idea de extenderlo hacia aplicaciones atmosféricas y a suelos. También se han desarrollado biosensores potenciométricos y conductométricos basados en colinesterasas inmovilizadas para la detección temprana de algunos pesticidas organofosforados (p. ej., metilparatión, metilparaoxón, etilparaoxón, triclorfón, diisopropilfluorofosfatos) y carbamatos (p. ej., carbofurán) a través de mecanismos de inhibición de enzimas (Dzyadevych et al., 2005).

De estos ejemplos queda claro que estamos frente a una necesidad vital y, aunque hay avances significativos, aún queda mucho trabajo por hacer.

Universidad Iberoamericana, Depto. de Ing. Química, Industrial y de Alimentos, Prol. Reforma 880, 01219, Ciudad de México.  
\*jorge.ibanez@ibero.mx

## Referencias

1. Alphasense Co., O<sub>3</sub> sensor. <http://pdf.directindustry.com/pdf/alphasense/o3-a4/16860-592348.html>. (Fecha de acceso: 8 Enero 2019).
2. Cretescu, I., Lutic, D., Manea, L.R., 2017. Electrochemical sensors for monitoring of indoor and outdoor air pollution. Chapter 4 in: "Electrochemical Sensors Technology", Rahman, M.M., Asiri, A.M. Eds. Intech, Rijeka (Croacia).
3. Dzyadevych, S.V., Soldatkin, A.P., Arkhypova, V.N., El'skaya, A.V., Chovelon, J.-M., Georgiou, C.A., Martelet, C., Jaffrezic-Renault, N., 2005. Early-warning electrochemical biosensor system for environmental monitoring based on enzyme inhibition. *Sens. Actuators, B* 105, 81–87.
4. Ibanez, J.G., Rincón-González, M., Gutierrez-Granados, S., Chahma, M., Jaramillo-Quintero, O., Frontana-Urbe, B., 2018. Conducting polymers in the fields of energy, environmental remediation, and chemical–chiral sensors. *Chem. Rev.* 118, 4731–4816.
5. Justino, C.I.L., Freitas, A.C., Duarte, A.C., Rocha-Santos, T.A.P., 2015. Sensors and biosensors for monitoring marine contaminants. *TrAC, Trends Anal. Chem.* 6–7, 21–30.
6. Kumar, P., Morawska, L., Martani, C., Biskos, G., Neophytou, M., Di Sabatino, S., Bell, M., Norford, L., Britter, R., 2015. The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities. *Environ. Int.* 75, 199–205.
7. Lewis, A., Edwards, P., 2016. Validate personal air-pollution sensors. *Nature* 535, 29–31.
8. Pandey, S.K., Kim, K.-H., Tang, K.-T., 2012. A review of sensor-based methods for monitoring hydrogen sulfide. *TrAC, Trends Anal. Chem.* 32, 87–99.
9. Piedrahita, R., Xiang, Y., Masson, N., Ortega, J., Collier, A., Jiang, Y., Li, K., Dick, R.P., Lv, Q., Hannigan, M., Shang, L., 2014. The next generation of low-cost personal air quality sensors for quantitative exposure monitoring. *Atmos. Meas. Tech.* 7, 3325–3336.
10. Radjenovic, J., Sedlak, D.L., 2015. Challenges and opportunities for electrochemical processes as next-generation technologies for the treatment of contaminated water. *Environ. Sci. Technol.* 49, 11292–11302.
11. Verestiuc, P.-C., Cretescu, I., Tucaliuc, O.-M., Breaban, I.-G., Nemtoi, G., 2014. Voltammetric studies on mercury behavior in different aqueous solutions for further development of a warning system designed for environmental monitoring. *J. Electrochem. Sci. Eng.* 4, 177–186.
12. Yi, W.Y., Lo, K.M., Mak, T., Leung, K.S., Leung, Y., Meng, M.L., 2015. A survey of wireless sensor network based air pollution monitoring systems. *Sensors* 15, 31392–31427.
13. Zheng, T., Wang, J., Wang, Q., Meng, H., Wang, L., 2017. Research trends in electrochemical technology for water and wastewater treatment. *Appl. Water Sci.* 7, 13–30.



**Visita la Expoquímica 2019**  
Del 30 de septiembre al 3 de octubre  
Complejo Cultural Universitario, BUAP  
Pue., Puebla, México.

 **aspelab**<sup>®</sup>  
*Asesorarlo para invertir*

En Aspelab nos dedicamos desde hace más de 20 años a la comercialización, asesoramiento, capacitación y mantenimiento de equipos, mobiliario y reactivos para laboratorio. Contamos con presencia comercial en toda la República Mexicana.

  
PRODUCTOS de LABORATORIO

EMYR es una empresa fundada en 1984. Distribuidora de marcas de prestigio en equipo y biotecnología con presencia en Guadalajara, Puebla y en Ciudad de México.

[www.sqm.org.mx](http://www.sqm.org.mx) | [congresos@sqm.org.mx](mailto:congresos@sqm.org.mx)  
tel. 56626823

La Sociedad Química de México A.C.  
en colaboración con la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

CONVOCAN

a estudiantes, académicos, profesores, investigadores e industriales de la Química a participar en:

54° Congreso Mexicano de Química  
38° Congreso Nacional de Educación Química  
y Expoquímica 2019

a celebrarse del 30 de septiembre al 3 de octubre de 2019 en el Complejo Cultural Universitario de la BUAP en la ciudad de Puebla, Pue., México. El objetivo de estos congresos es promover y divulgar la investigación científica y tecnológica, así como estimular el desarrollo completo de los profesionales cuyas actividades queden enmarcadas dentro del campo general de la Química.

Los interesados podrán asistir a los congresos en dos categorías:

1. Ponentes: personas que participan en las actividades del congreso y presentan hasta dos trabajos como expositor en modalidad oral y/o cartel.
2. Asistentes: personas que participan en las actividades del congreso y se distinguen por no presentar trabajos en ninguna modalidad.

Todos los asistentes en ambas categorías tendrán derecho a participar en:

**A) ACTIVIDADES ACADÉMICAS:** Conferencias Plenarias, Conferencias de Premios, Simposios, Cursos\*, Talleres, Presentación de trabajos Orales y Carteles y en el Concurso Nacional de Carteles Estudiantiles (nivel Licenciatura)\*.

**B) ENTREGA DE LOS PREMIOS:** Nacional de Química “Andrés Manuel del Río” 2019 y “Rafael Illescas Frisbie” a las Mejores Tesis de Licenciatura, Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas 2019.

**C) ACTIVIDADES CULTURALES Y DE DIVULGACIÓN:** Festival de Química, exposición de la Tabla Periódica Monumental, obras de teatro\*, recitales\*, etc.

**D) EXPOQUÍMICA:** Exposición de productos y servicios ofrecidos por empresas nacionales e internacionales de utilidad para los asistentes a los congresos. Entrada sin costo a cualquier persona interesada.

**E) PUBLICACIÓN:** Todos los trabajos previamente evaluados y aceptados serán publicados en la Colección Memorias de los Congresos de la Sociedad Química de México (CMC-SQM) que cuenta con ISSN.

CUOTAS DE INSCRIPCIÓN A LOS CONGRESOS

Cuotas válidas a partir del 1° de mayo de 2019

Categoría	Ponente socio	Ponente no socio	Asistente socio	Asistente no socio
Estudiante de pregrado	\$ 1,950	\$ 3,640	\$ 1,300	\$ 2,600
Estudiante de posgrado	\$ 3,250	\$ 6,500	\$ 2,340	\$ 4,900
Profesor de Educación Media	\$ 3,380	\$ 5,800	\$ 2,400	\$ 4,800
Profesional	\$ 3,900	\$ 7,200	\$ 2,600	\$ 5,500
Mayor de 65 años	\$ 3,380	\$ 6,500	\$ 2,340	\$ 4,900
Jubilado	\$ 2,340	\$ 3,640	\$ 1,560	\$ 3,120

\* Sin excepción, aquellos que hayan cubierto la cuota como Asistente, no podrán presentar trabajos en los congresos.

\*\* Los socios de la categoría Estudiantes de Pregrado, pueden optar por cubrir la cuota de inscripción al congreso en 3 exhibiciones, contáctenos para conocer los detalles.

Para ser miembro de la SQM consulte la Convocatoria de membresía 2019.

INSCRIPCIONES

Los interesados deberán inscribirse a través de los formularios de registro, hacer el pago correspondiente y llenar el formulario según la categoría de su participación.

1. Asistentes: personas que participan en las actividades del congreso, se distinguen por no presentar trabajos en ninguna modalidad.

Llene el “Formulario de registro Asistente 2019” de manera clara o seleccione la opción adecuada, no se olvide de completar ningún campo ya que esta información se emplea con fines estadísticos y para la adecuada generación de las constancias digitales de asistencia. La información solicitada, deberá capturarse en mayúsculas y minúsculas, con acentos, sin comillas o comas.

2. Ponentes: personas que participan en las actividades del congreso y presentan hasta dos trabajos como expositor en modalidad oral y/o cartel.

- Para el registro adecuado de sus trabajos deberá llenar el “Formulario de registro Ponente de trabajos 2019” de manera clara o seleccione la opción adecuada, no se olvide de completar ningún campo, ya que la información se emplea con fines estadísticos y para la adecuada generación de las constancias digitales de asistencia y participación. La

información solicitada, deberá capturarse en mayúsculas y minúsculas, con acentos, sin comillas o comas.

- En el formulario se le solicita adjuntar archivos en formato Word y en PDF con las características y lineamientos establecidos. Cada uno de los archivos solicitados deberá renombrarse con: nombre\_ primer apellido\_Trabajo, nombre\_ primer apellido\_credencial. Sólo se aceptan archivos con en formato Word, PDF y JPG.

- Llenar un formulario para cada trabajo enviado a evaluación, incluido en la siguiente liga <http://cort.as/-Fld5>; una vez enviado cada trabajo, en un plazo no mayor a 5 días hábiles recibirá un correo notificándole su número de recepción por cada uno de los trabajos enviados.

- La cuota correspondiente a la inscripción del congreso deberá ser cubierta en cuanto se tenga la carta de aceptación. Es importante que sea cubierta en el plazo autorizado, de lo contrario el trabajo no será incluido en el programa ni en las memorias del congreso.

En ambas categorías los estudiantes y los profesores de nivel medio superior deberán adjuntar su credencial y comprobante de estudios. Sólo se aceptan archivos en el formato Word, PDF y JPG.

## TRABAJOS

Trabajos en todas las ramas de la Química, entre las que se destacan las siguientes:

Bioquímica (BIOQ)	Biotecnología (BTEC)
Catálisis (CATL)	Educación Química(EDUQ)
Electroquímica(ELEQ)	Fisicoquímica(FISQ)
Historia de la Química(HISQ)	Química Ambiental(QAMB)
Química Analítica (QANA)	Química Bioinorgánica (QBIN)
Química de Alimentos(QALI)	Química Inorgánica(QINO)
Química del Petróleo(QPET)	Química Medicinal(QMED)
Química de Materiales(QMAT)	Química Metalúrgica(QMET)
Química de Polímeros(QPOL)	Química Nuclear(QNUC)
Química Supramolecular(QSML)	Química Orgánica(QORG)
Química Teórica y Computacional (QTyC)	
Química Sustentable /Verde (QSUS)	
Química Organometálica (QOME)	
Química de Restauración y Arte (QRYA)	
Química de Coloides y Superficies (QCYS)	
Química de Productos Naturales (QPNT)	

## MODALIDADES

### I. Presentaciones orales

- a) Únicamente profesionales de la Química (estudiantes de posgrado y profesionales ya titulados).

- b) Excepcionalmente trabajos estudiantiles nivel licenciatura, sometidos en modalidad cartel que a petición de los evaluadores y por la calidad del trabajo ameriten su exposición en esta modalidad.

### 2. Cartel en dos categorías:

- a) Profesionales de la Química (incluye estudiantes de posgrado).

- b) Concurso Nacional de Carteles Estudiantiles:

- b1) Estudiantes de Licenciatura inscritos desde 1° hasta 6° semestre.

- b2) Estudiantes de Licenciatura inscritos en 7° semestre y mayor, pasantes o en proceso de titulación.

Todas las contribuciones de las investigaciones presentadas por estudiantes, pasantes o en proceso de titulación deberán ser respaldadas y asesoradas por algún profesional (investigador, docente, industrial, etcétera).

Todos los trabajos son sometidos a evaluación, registrar su trabajo no garantiza su aceptación.

## LINEAMIENTOS DE ENVÍO Y EDICIÓN DE TRABAJOS

### A) GENERALES. AMBAS CATEGORÍAS

Los trabajos enviados para evaluación deben pertenecer a alguna de las áreas químicas consideradas anteriormente o aquellas que se justifique en esta materia.

1. LLENADO DE SOLICITUD DE REGISTRO. Llenar el “Formulario de registro Ponente de trabajos 2019”, que estará disponible en: [www.sqm.org.mx](http://www.sqm.org.mx). Para el uso adecuado del formulario utilizar el navegador Firefox o Google Chrome.

En el “Formulario de registro Ponente de trabajos 2019” se le solicitan datos generales, además de los siguientes documentos:

- Trabajo en extenso y resumen, en un solo documento en Word y en PDF con las características físicas indicadas en esta convocatoria.

- Copia de pago (en caso de haberlo realizado).

Únicamente para los estudiantes y profesores de media superior que expongan trabajos, se solicita en imagen JPG o PNG de los siguientes documentos:

- Credencial de estudiante vigente o Carta pasante (con vigencia no mayor a dos años).

- Credencial de docente vigente.

- Historial académico.

Renombrar cada archivo de la siguiente manera: nombre\_ primer apellido\_Trabajo, nombre\_ primer apellido\_pago, nombre\_ primer apellido\_credencial, nombre\_ primer apellido\_historial etcétera.

2. ENVÍO DE TRABAJOS: Una vez llenado el “Formulario de registro Ponente de trabajos 2019”, junto con los archivos solicitados, de clic en el botón “Enviar”.

3. RECEPCIÓN Y RESPUESTA DE TRABAJOS: En cuanto se reciban los documentos de manera correcta, enviaremos un acuse de recibido, con su número de recepción. El tiempo máximo de respuesta y para la asignación de su número de recepción es de 5 días hábiles, de lo contrario le pedimos que se comunique al correo de [congresos@sqm.org.mx](mailto:congresos@sqm.org.mx), [soquimex@sqm.org.mx](mailto:soquimex@sqm.org.mx) o llame por teléfono a las oficinas de la SQM para aclarar la situación.

4. CARTA DE ACEPTACIÓN: La evaluación y el envío de la carta de aceptación y observaciones del trabajo tarda alrededor de 20 a 30 días. La cuota correspondiente a la inscripción del congreso deberá ser cubierta en cuanto se tenga la carta de aceptación. Es

importante que la inscripción sea cubierta en el plazo autorizado, de lo contrario el trabajo no será incluido en el programa ni en las memorias del congreso.

5. **EVALUACIÓN:** la evaluación de trabajos es anónima y los evaluadores son destacados miembros de la comunidad química del país.

6. **CONSTANCIAS:** Las constancias de participación y asistencia se entregarán de manera digital, al día siguiente después de su exposición o se envían de 20 a 30 días acabando el congreso.

7. **FORMATO DE LOS DOCUMENTOS:**

Únicamente se reciben los trabajos en extenso y resumen en un sólo archivo en procesador de textos Word y PDF.

Los comprobantes de pago pueden ser imágenes de buena resolución, escaneados, anexando las especificaciones solicitadas en el punto “Comprobante de pago”.

8. **PUBLICACIÓN DE TRABAJOS:** Los resúmenes de los trabajos se publicarán únicamente en las memorias digitales del congreso; para su publicación se necesita la aprobación previa (incluida en el Formulario de registro) de los autores.

Una vez terminado el congreso, las memorias podrán ser descargadas de nuestro portal oficial.

## RESULTADOS

**ACEPTACIÓN/SOLICITUD DE MODIFICACIONES/RECHAZO.** Todos los trabajos, sin importar la categoría, serán evaluados por el Comité Científico y de acuerdo a sus comentarios se notificará a los responsables vía correo electrónico el resultado de la evaluación.

Se les solicita verificar continuamente su bandeja de SPAM y estar pendientes del cronograma citado al final de este documento.

La carta de Aceptación y observaciones del trabajo tarda alrededor de 20 a 30 días.

Para toda precisión de información podrán comunicarse a los teléfonos (01) (55) 5662-6823 y (01) (55) 5662-6837, así como a la dirección de correo electrónico: [congresos@sqm.org.mx](mailto:congresos@sqm.org.mx).

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL RESUMEN

- Fuente tipográfica: Times New Roman (no negritas).
- Título del Trabajo: Con mayúsculas y minúsculas, con la acentuación debida, en fuente Times New Roman de 10 puntos, alineado al centro y con interlineado de 1.15, en negritas
- Autor(es): Nombre y apellidos en mayúsculas y minúsculas, en 8 puntos, Nombre y apellidos del ponente en negritas.
- Institución(es): Cada autor la referirá con número superíndice, sin paréntesis, dirección completa, correo electrónico del autor principal, sin subrayar, ni usar cursivas.
- Correo electrónico del autor principal y autor expositor, en 8 puntos misma fuente (sin subrayar, ni usar cursivas).
- Cuerpo del Resumen: Máximo 8 renglones, en diez puntos misma fuente, interlineado de 1.15.

- Un autor con su pago podrá presentar como máximo dos trabajos por cuota pagada. No se permite que los dos trabajos de un solo autor sean presentados por dos personas diferentes. En caso de presentar más de 2 trabajos deberá realizar un nuevo pago, en la categoría socio vigente.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL EXTENSO

Extensión máxima de 5 cuartillas, incluyendo el cuerpo del trabajo, imágenes, gráficas y referencias. En mayúsculas y minúsculas, en 10 puntos, interlineado de 1.15. Utilizar el mismo formato que el resumen, desde “Título” hasta “correo electrónico”.

- Márgenes: superior e inferior de 2.5 cm, izquierdo y derecho: 3 cm.
- Contenido sugerido: Introducción, exposición, discusión de resultados, incluir tablas, gráficas y fórmulas, materiales y métodos, conclusiones y bibliografía.
- Imágenes: Sólo se permiten 3 gráficas y 3 imágenes dentro del cuerpo del trabajo.
- Tablas: Las necesarias en su trabajo y que estén integradas a las 5 cuartillas del extenso
- Trabajos originales e inéditos. Sólo se aceptarán trabajos cuya versión demuestre rigor metodológico, carácter original e inédito, alta calidad y presencia de resultados de interés.
- Idiomas oficiales: los trabajos se podrán presentar en idiomas español o inglés a elección del participante. No se dispondrá de equipos de traducción simultánea.
- Pie de página: Los trabajos se aceptarán con notas al pie de página. No se aceptan notas al final del documento.
- Columnas: sólo se aceptan los trabajos realizados en una sola columna.

En cuanto el trabajo y el comprobante de pago\* sean recibidos se enviará acuse a su correo electrónico. Si realiza alguna modificación, deberá reenviar los archivos con los cambios realizados, anteponiendo la palabra “corrección” en el asunto del correo.

En caso de que no haya recibido acuse de recepción 5 días hábiles después de su envío se le solicita atentamente realizar la confirmación vía telefónica sin reenviar el trabajo.

La decisión de los evaluadores en cuanto a la aceptación o rechazo de los trabajos es inapelable y la cuota de congreso no será sujeta a reembolso.

Si su trabajo fue aceptado y decide retirarlo, deberá notificar con al menos mes y medio de anticipación al congreso, de igual forma no habrá reembolso de la cuota.

## B) CONSIDERACIONES

### PRESENTACIONES ORALES

1. Los autores que participen en esta modalidad deberán inscribirse a los congresos como Ponentes.

2. Los autores no podrán verificar el salón previo a su presentación, es trabajo del personal asegurar el funcionamiento del equipo indispensable para la realización de la sesión. En caso de que haya requerimientos especiales, es obligación del ponente avisar con

anticipación. Se recomienda ubicar el lugar donde se llevará a cabo esta actividad con antelación.

3. Cada autor dispondrá de 15-20 minutos para la presentación de su trabajo (de acuerdo a lo programado), sólo se aceptarán presentaciones en PowerPoint.

4. Las diapositivas de su presentación tendrán que estar en idioma inglés, aunque realice su exposición en español. Esta medida se ha tomado para que las actividades de los congresos sean incluyentes con los asistentes de otras nacionalidades que no son hispanohablantes (principalmente plenaristas y miembros de simposios).

5. Una vez que su trabajo sea aceptado en esta modalidad tiene hasta el 15 de septiembre para enviar su presentación electrónica al correo [congresos@sqm.org.mx](mailto:congresos@sqm.org.mx) indicando en el asunto "presentación y el número de la recepción"; además, en el cuerpo del correo indicará su nombre, número de trabajo, área química y fecha en que se programó su trabajo.

## CARTELES EN GENERAL

1. Características físicas de los carteles impresos:

a) Dimensión: los carteles podrán tener diversos tamaños, como máximo: 90 cm de ancho por 120 cm de alto.

b) Encabezado: título, nombres de autores (el nombre del autor que hará la exposición deberá ir en negritas), institución.

c) En la esquina superior izquierda deberá colocarse la clave de aceptación del cartel (equivale a la clave de recepción y es verificable en la carta de aceptación).

2. Contenido: deberá exhibir con claridad el trabajo, destacando los avances logrados, así como la importancia general o específica y las conclusiones.

3. Montaje: se realizará con una hora de anticipación a la exhibición.

4. Presentación: el autor deberá permanecer frente a su cartel para atender las consultas que se le hagan.

5. Diseño: el cartel debe estar diseñado de tal forma que refleje la esencia y relevancia de su investigación y que ésta pueda ser apreciada a primera vista.

## CONCURSO NACIONAL DE CARTELES ESTUDIANTILES NIVEL LICENCIATURA

1.-Participan en la modalidad de Cartel Estudiantil los trabajos cuyos autores sean estudiantes del área Química en el nivel licenciatura, en dos categorías:

a) hasta el 7° semestre inclusive o equivalente

b) 8° y 9° semestre y/o en proceso de titulación

2.-La exposición del Cartel deberá realizarse por el autor responsable, quien deberá estar inscrito en los Congresos en la categoría de Ponente.

3.-En el cartel deberá mencionarse, en la parte inferior, el nombre de los profesores asesores.

4.-Los trabajos propuestos deberán cumplir con los tres requisitos establecidos para la recepción de trabajos: Resumen, versión abreviada e inscripción. Indispensable anexar fotocopia del

comprobante oficial que acredite su calidad y nivel de estudiante según su categoría.

5.-La evaluación se realizará bajo los siguientes criterios: marco teórico en que se fundamenta el trabajo.

¿Qué otros parámetros se van a evaluar?

- Metodología empleada.
- La relevancia, importancia e impacto para la química.
- Originalidad, innovador e inédito.
- Discusión y análisis de resultados.
- Viabilidad de la propuesta.
- Presentación y defensa del cartel en la que se refleje originalidad, creatividad y enfoque adecuado para la solución de un problema.
- Sea pertinente en alguna de las áreas químicas.
- Fuentes confiables y fidedignas.
- Contenido y rigor metodológico.

6.-Si un cartel resultara premiado y su autor responsable no estuviera inscrito o no se inscribiera a los Congresos como Ponente en categoría Estudiante de pregrado, automáticamente quedará descalificado.

7.-La Comisión encargada del Concurso Nacional de Carteles Estudiantiles (CNCE) de la SQM, nombrará a los evaluadores de sesión, quienes entregaran al comité del CNCE, los formatos adecuadamente requisitados, incluyendo la recomendación de primer lugar por área.

8.-Sólo aquellos trabajos de nivel licenciatura presentados en modalidad cartel tendrán derecho a participar en el CNCE.

9.-El primer lugar se hará acreedor a un diploma y un reconocimiento económico. Aquellos sugeridos por los evaluadores, como candidatos a primer lugar, no ganadores, recibirán un diploma.

10.-Al finalizar la sesión, los evaluadores deberán entregar al comité o a la mesa del CNCE las constancias de los trabajos no presentados por el autor responsable.

11.- La definición de los ganadores de primer lugar queda bajo la responsabilidad de la Comisión del CNCE de la SQM.

## BECAS

Las personas interesadas en obtener becas deberán estar atentas de la publicación de la convocatoria (sitio web, redes sociales).

Únicamente socios estudiantes (Licenciatura y Maestría) podrán participar por la obtención de becas; la cuota de membresía no es reembolsable.

Para poder postularse a las becas, se debe cubrir la cuota de inscripción a los congresos, en el caso de ser beneficiado con la misma, se regresará íntegramente la cuota de inscripción.

Las becas dependen de apoyos externos a la SQM; el número de becas y los beneficios de la mismas, dependen del monto y lineamientos para su ejercicio.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

- Publicación de convocatoria: martes 5 de febrero de 2019.
- Fecha límite para la recepción de trabajos: sábado 15 de junio a las 23:59 horas.
- Envío de números de recepción: 5 días hábiles después del envío de su trabajo.
- Período de evaluación de trabajos: 10 de febrero al 15 de julio (dependiendo de la fecha de envío de trabajo, los evaluadores tardan de 20 a 30 días para realizar los arbitrajes).
- Recepción y actualización de los trabajos con observaciones: hasta el 15 de julio.
- Fecha límite de entrega de la carta de Aceptación o de Observaciones: 10 de agosto.
- Publicación de trabajos aceptados: 25 de agosto.
- Publicación de programas finales de trabajos: 5 de septiembre.
- Recepción de las presentaciones en PowerPoint de los trabajos aceptados en modalidad Oral: 15 de septiembre.
- Fecha límite de pago para los Ponentes de trabajos: la cuota correspondiente a la inscripción del congreso deberá ser cubierta en un plazo no mayor a 7 días hábiles contados a partir de su carta de aceptación. Es importante que sea cubierta en el plazo autorizado, de lo contrario el trabajo no será incluido en el programa ni en las memorias del congreso y no podrán volver a incluirse.
- Fecha límite de pago para los Asistentes que no presentan trabajos: abierta desde la publicación de la convocatoria hasta la realización de los congresos según los costos vigentes.

## COMPROBANTE DE PAGO

Enviar el comprobante del pago o pagos realizados por correo electrónico, con el asunto "Pago Congresos 2019" a [soquimex@sqm.org.mx](mailto:soquimex@sqm.org.mx) con copia a [congresos@sqm.org.mx](mailto:congresos@sqm.org.mx).

Especificar dentro del cuerpo del correo el nombre del beneficiario, datos fiscales, número de socio (en caso de serlo) y categoría en la que se inscriben; los estudiantes y profesores de educación media superior deberán adjuntar credencial vigente que acredite su categoría.

Los comprobantes fiscales se realizarán únicamente en el mismo mes en el que realice su pago. No olvide enviar los datos fiscales requeridos para tal fin. Si tiene dudas al respecto puede llamarnos o escribirnos a [soquimex@sqm.org.mx](mailto:soquimex@sqm.org.mx).

## FORMAS DE PAGO

A. EN VENTANILLA BANCARIA. A nombre de la Sociedad Química de México, A.C., en la cuenta de INBURSA 50037149658, en la cuenta de cheques de IXE-BANORTE 0278344310, anotar en la ficha resultante su nombre e institución.

B. TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA. Por depósito interbancario a la cuenta INBURSA CLABE: 036180500371496588 o a la cuenta de IXE-BANORTE CLABE: 072180002783443102. Favor de referenciar su transferencia, incluyendo un mensaje por concepto de depósito y nombre del beneficiario a inscribir.

C. EN LA OFICINA DE LA SQM. En Barranca del Muerto #26 esq. Hércules, Col. Crédito Constructor, Alc. Benito Juárez, C.P. 03940, Ciudad de México; de lunes a viernes de 9:00 a 16:00 horas. Con cheque o tarjeta de débito/crédito (VISA o MasterCard). No se acepta efectivo.

## MÁS...

Para consultar el Programa de actividades, registro y envío de trabajos, resultados y cartas de aceptación, cronograma general de actividades y restricciones en general, consulte la página web de la SQM <http://www.sqm.org.mx/>

Recuerde que los comprobantes fiscales se realizarán únicamente en el mismo mes en el que realice su pago. No olvide enviar los datos fiscales requeridos para tal fin. Si tiene dudas al respecto puede llamarnos o escribirnos a [soquimex@sqm.org.mx](mailto:soquimex@sqm.org.mx).

Nota: Ante la eventualidad de que las fechas previstas para la realización de los congresos deban modificarse, dichos cambios se publicarán en la página web y en nuestras redes sociales respetando tanto los pagos como los beneficios otorgados con ellos.

Para más información sobre esta convocatoria escribanos a: [congresos@sqm.org.mx](mailto:congresos@sqm.org.mx), con el asunto "Dudas Congresos 2019" o llámenos a los teléfonos +5255 56626837 o +5255 56626823 en la Ciudad de México.

La presente Convocatoria y sus Bases, quedan abiertas a partir de su publicación y tienen como fecha límite de recepción de trabajos el 15 de junio de 2019 a las 23:59 horas.

Aviso de privacidad disponible en [www.sqm.org.mx](http://www.sqm.org.mx)

Gracias por su participación e interés.

"La Química nos une"

# Elementos Químicos: El Carbono, C

Joaquín Palacios Alquisira\*

Para celebrar la aparición de la primera Tabla Periódica de los Elementos Químicos, diseñada por el profesor Dimitri Mendeleev en el año de 1869, se han preparado una serie de artículos que presentan de manera resumida y amena algunos aspectos históricos, propiedades fisicoquímicas, aplicaciones y abundancia en la Tierra de elementos representativos de las familias que constituyen a la Tabla Periódica. Esperamos que la información seleccionada resulte interesante para todos, especialmente para nuestros jóvenes alumnos de bachillerato, quienes están muy abiertos a conocer las maravillas de la naturaleza: en este caso conocer las peculiaridades de los bloques constructivos de la Química.

Aquí presentamos a uno de los elementos que ha sido reconocido como indispensable para la existencia de la vida animal y vegetal en la Tierra. Como veremos, el carbono también participa en un muy buen número de procesos industriales, pues forma parte de las moléculas que son las materias primas que sustentan a las tecnologías más antiguas y a las de más reciente invención.

## El carbono. Aspectos históricos

El carbono fue utilizado desde tiempos inmemoriales por los pueblos y culturas muy antiguos. En las culturas egipcia y sumeria en el año 3750 a.C. se registra ya el empleo del carbón natural como un combustible fósil, una fuente de energía útil para el consumo doméstico y también en las actividades de trabajo.

El carbono fue encontrado en los tatuajes del cuerpo del hombre de las nieves, Otzi, que se encontró en los Alpes, y sabemos que tiene aproximadamente 5300 años de existencia. En él se pudo identificar una forma muy primitiva de tinta preparada tomando como base al carbono. El procedimiento para tatuar el cuerpo consistió en hacer pequeños cortes en la piel; dentro de ellos se frotó la tinta de carbono, siguiendo un procedimiento parecido a la acupuntura.

En el año 900 a.C., en los aluviones del sur de la India se descubrieron diamantes en las corrientes acuosas y en minas. Las actividades de búsqueda de diamantes continuaron sin interrupción hasta mediados del siglo XVIII. Para finales de ese siglo, en Brasil comenzó de manera exitosa la búsqueda de diamantes. Alrededor del año 1725 se reportó un aumento muy importante en la recolección de piedras preciosas.

En el año 1722, R. Antoine Ferchault de Réaumur demostró que el hierro puede transformarse en acero, si se le adiciona una muy pequeña cantidad de carbono.

Antoine Lavoisier en 1772, realizó un experimento público en el que empleó la energía solar focalizándola sobre una muestra muy pequeña de un diamante. En otro experimento sometió al mismo



Diamante.

proceso de calentamiento a una muestra de carbono vegetal; las dos muestras estaban formadas por el mismo elemento: carbono, y al quemarse a muy altas temperaturas las dos muestras no liberaron agua, sino que solamente desprendieron  $\text{CO}_2$ , el cual se colectó y cuantificó dando la misma cantidad de  $\text{CO}_2$  /g muestra, en las dos muestras.

En sus trabajos científicos Carl Wilhelm Scheele encontró que el grafito y el carbono son el mismo elemento, pues al reaccionar con ácido nítrico producen  $\text{CO}_2$ .

Años más tarde, en 1786, Claude Louis Berthollet confirmó que el grafito es principalmente carbono, con una muy pequeña cantidad de hierro. En 1789 Lavoisier en su tratado de química, ya reconocía al carbono como un elemento muy importante.

Un nuevo alótropo del carbono fue preparado en la Universidad Rice, en Houston, Texas en 1985, por el grupo de Dr. Richard Smalley. Ellos vaporizaron grafito por medio de una fuente láser, y así obtuvieron pequeñas esferas de 60 átomos de carbono, a las que llamaron fullereno o *Bucky balls*.

En las décadas siguientes se han descubierto otras moléculas de carbono puro como *Bucky eggs* y nanotubos que tienen propiedades importantes.

En 2010, se reportó la preparación de nanotubos de carbono que contienen fibras conductoras; estas estructuras se pueden usar para almacenar energía, fabricar celdas solares, y también baterías de larga vida.

El grafeno es una lámina monoatómica de carbono que es muy ligera y flexible, de alta resistencia mecánica, y conduce la electricidad mejor que el cobre. Las tecnologías basadas en el elemento carbono siguen avanzando de manera espectacular.

El carbono tiene varias formas alotrópicas. La alotropía en química significa la existencia en estado sólido de formas estructurales,

Departamento de Fisicoquímica, Posgrado. Facultad de Química, UNAM. Ciudad Universitaria, CDMX, C. P. 04510.

\*polylab1@unam.mx



Grafito

moleculares o cristalinas de un elemento. Los alótropos del carbono son: grafito, diamante, fulereno y grafeno.

En el grafeno cada átomo de carbono está unido a tres átomos del mismo elemento que forman una estructura hexagonal muy estable. Se presenta como una sola capa atómica

(monocapa atómica) o con un número reducido de capas menor a diez. Por tanto, su estructura es laminar plana, bidimensional, del espesor y del orden de un átomo. Los átomos de carbono en el grafeno están densamente empaquetados en redes cristalinas parecidas a un panal de abejas; los átomos están unidos mediante enlaces covalentes formados por la superposición de enlaces híbridos  $sp^2$ . El grafeno formado por dos capas del material tiene propiedades importantes, y su estructura electrónica única favorece el transporte electrónico. La bicapa de grafeno no debe considerarse como dos capas individuales sino como un sistema electrónico compuesto. El grafito es el componente básico para preparar al grafeno, y se considera que el grafeno es el cristal más fino conocido actualmente.

### Propiedades físicas y químicas

El carbono tiene como símbolo C, su número atómico es 6, su temperatura de fusión es muy elevada ( $T_m = 3,550\text{ }^\circ\text{C}$ ), así como su temperatura de sublimación ( $T_s = 3,800\text{ }^\circ\text{C}$ ).

En la Tabla 1 encontramos valores de algunas propiedades físicas de las cuatro formas alotrópicas del carbono: grafito, diamante, fulereno y grafeno.

Como se puede apreciar sus características intrínsecas son espectacularmente diferentes, la apariencia contrasta del negro del grafito a la transparencia, claridad y brillo intenso de los diamantes puros. En cuanto a su dureza el grafito es suave, se puede untar fácilmente sobre superficies como la del papel (lápices), en cambio el diamante es el material conocido de mayor dureza, ocupa el lugar más elevado, 10 en la escala estándar de dureza de los materiales, Escala de Mohs.

Propiedades	Grafito	Diamante	Fulereno	Grafeno
Estructura	Hexagonal laminar	Cristales cúbicos	Esferas Hexagono-pentágono	monocapa atómica
Color	Negro	Transparente (sin color)	Negro	Negro
Dureza	Blando	Muy duro	Suave	-----
Conductividad Eléctrica	Conductor	No conductor	Conductor	Conductor
Densidad ( $\text{g}/\text{m}^3$ )	2.25	3.52	1.72	Alta
Lubricidad	Sí	----	----	Sí

Tabla 1. Propiedades físicas comparativas de las cuatro formas alotrópicas\* del carbono.

Los puntos de fusión  $T_m$  de los alótropos de carbono son bastantes altos. Tanto el grafito como el fulereno conducen la corriente eléctrica, no así el diamante, el cual es aislante.

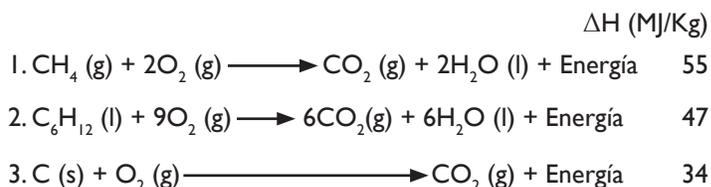
El grafito se usa en la industria como lubricante, mientras que el diamante se emplea para fabricar herramientas de corte y pulido para otros materiales.

Los cristales del diamante forman estructuras compactas de densidad mayor a la que muestran las láminas de carbono en su forma de grafito, la celda unitaria tiene arreglo hexagonal y crece en dos dimensiones.

A partir de los residuos colectados (cenizas) después de la cremación de cuerpos humanos, se han sintetizado diamantes de buena calidad. El proceso se efectúa a una temperatura de  $2000\text{ }^\circ\text{C}$  y  $10^5$  atmósferas, en presencia de pequeñas cantidades de un catalizador de hierro (Fe) o de cromo (Cr).

Como combustible fósil, el carbono se utiliza en compuestos en forma gaseosa (metano, butano). En forma líquida lo vemos formando parte de los compuestos de la gasolina, que es una mezcla de hidrocarburos alifáticos  $C_6$  a  $C_8$ . El carbono vegetal se quema en los hornos en forma sólida. El calor liberado en cada una de las reacciones en las que participan compuestos del carbono con el oxígeno, es aprovechado para producir electricidad o mover vehículos, o también lo usamos para cocinar y calentar.

Algunas reacciones químicas en las que participa el carbono son:



En la Tabla 2 se presentan los valores del poder calorífico o calor de combustión en MJ/Kg de varios combustibles que son ampliamente empleados en la industria.

Para el grafeno, las propiedades eléctricas, fotónicas, mecánicas y térmicas dependen del número y de la estructura cristalina de las capas, así como de su ordenamiento. Es interesante marcar que las propiedades físicas de las formas alotrópicas del carbono surgen de diferencias menores en los arreglos microscópicos de los átomos de carbono, y también dependen del proceso de fabricación o preparación por el cual el grafeno es sintetizado.

El grafeno presenta propiedades únicas como su alta área superficial específica ( $2\ 600\ \text{m}^2/\text{g}$ ); tiene excelente conductividad térmica ( $5000\ \text{W}/\text{m K}$ ), mayor que la del cobre, y por tanto, disipa calor con gran facilidad; tiene movilidad electrónica de alta velocidad ( $200,000\ \text{cm}^2\ \text{V}^{-1}\ \text{s}^{-1}$ ); alta rigidez y resistencia mecánica (módulo de Young alrededor de  $1,000\ \text{GPa}$ ). Su extraordinaria actividad electrocatalítica y sus propiedades ópticas son notables. La fuerza de ruptura del grafeno es de  $1770\ \text{nN}$ .

Debido a sus destacadas propiedades, el grafeno es un material que puede sustituir al silicio en la fabricación de chips en la industria electrónica.

\* Alótropo: forma o fase en la cual se puede presentar un elemento químico.

Material	Poder calórico (MJ/Kg)
Hidrógeno	142
Gas Metano	55
Gasolina	47
Carbón Bituminoso (grafito)	36
Coque	34
Carbón vegetal	30

**Tabla 2.** Poder calorífico o calor de combustión de diferentes formas del carbono comparando con otros combustibles útiles.

## Aplicaciones

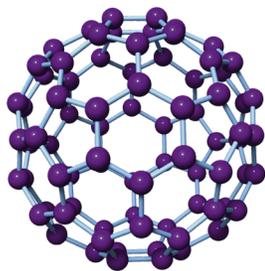
El carbono es el elemento químico fundamental para la existencia de la vida, pues forma parte de los bloques o elementos estructurales con los cuales se construyen los órganos, cuerpos de animales, y plantas. Otro número grande de sustancias que contienen al carbono forman al petróleo y sus derivados, y son los combustibles básicos que mueven a nuestras sociedades, son la materia prima para fabricar materiales plásticos, fibras, fármacos, etc.

El carbono está presente en un número importante de los procesos tecnológicos que han cambiado a nuestro mundo. En la industria metalúrgica las formulaciones de hierro con carbono y otros metales forman aleaciones que han mejorado de manera espectacular la dureza, maleabilidad, ductilidad y resistencia mecánica del acero.

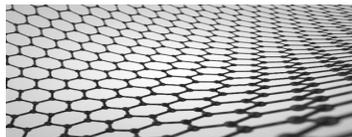
En la industria que se dedica a la fabricación de llantas de hule, el carbono conocido como *carbon-black* es un componente fundamental pues asegura la correcta vulcanización en las reacciones de reticulación con el azufre. La vulcanización del hule natural mejora sus propiedades de manera importante, aumenta la elasticidad, la resistencia a la fricción y al desgarrar, de tal manera que se producen llantas, bandas y mangueras de alto desempeño para los transportes pesados y ligeros.

Las industrias que se dedican a producir materiales poliméricos para con ellos hacer: plásticos, pinturas, fibras, adhesivos y muchas otras cosas, emplean como materias primas compuestos derivados de la petroquímica secundaria; todas estas sustancias contienen al carbono como parte de sus moléculas.

Los diamantes sintéticos se obtienen a partir de grafito a muy altas presiones y temperaturas (2000 °C); bajo estas condiciones se obtienen pequeños cristales que no tienen valor comercial como joyas; sin embargo, son muy útiles para preparar herramientas de corte.



Fulfereno



Grafeno

## Abundancia en la tierra

El carbono es el cuarto elemento más abundante en el universo, después del hidrógeno, helio y oxígeno. El carbono es abundante en el Sol, las estrellas y los cometas, así como en las atmósferas de muchos planetas. Algunos meteoritos contienen diamantes muy pequeños, los cuales se formaron cuando el sistema solar era aún un disco protoplanetario. Los pequeñísimos diamantes también se pueden formar por la alta presión y temperatura en los sitios donde se impactan los meteoritos.

Se ha estimado que la tierra en su fase sólida contiene 730 ppm de carbono, con 2000 ppm en el centro o núcleo y 120 ppm en la corteza, en forma de compuestos. El carbono combinado con el oxígeno, en forma de dióxido, se encuentra en la atmósfera de la tierra; también está disuelto en todos los cuerpos de agua. Como sabemos los hidrocarburos componentes del petróleo, del gas natural y del carbón vegetal contienen carbono. Las reservas de petróleo y de gas natural son fuentes abundantes de energía.

El carbono se encuentra también en la forma de hidratos de metano en las regiones polares bajo las aguas oceánicas, y - en forma de carbonatos - es un constituyente importante de grandes masas rocosas, dolomitas, mármol y piedra caliza.

## Referencias

- Alzahrani, A. Z. and Srivastava, G. P. Graphene to graphite: electronic changes within DFT calculations. *Braz. J. Phys.* **2009**, *39*, 4, 694-698.
- Bailey, M. The chemistry of coal and its constituents. *J. Chem. Educ.* **1974**, *51* (7), 446-448.
- Bozak, R. and García, M. Chemistry in oil shale. *J. Chem. Educ.* **1976**. *53* (3), 154-155.
- Brownson Dale, A.C.; Kampouris, Dimitrius K.; Banks, Craig E. An overview of graphene in energy production and storage applications. *J. Power Sources.* **2011**, *196*, 4873-4885.
- Changgu, L.; Xiaoding, W.; Jeffrey W., K.; James H. Measurement of the elastic properties and intrinsic strength of monolayer graphene. *Science* **2008**, *321*, 385-388.
- Davis, R. Energy of Planet Earth. *Sci. Am.* **1990**. 54-62.
- Liu, Qian; Shi, Jianbo; Jiang, Guibin. Application of graphene in analytical sample preparation. *Trac-Trend. Anal. Chem.* **2012**. *3*, 1-11.
- Lü, M., Li, J., Yang, X. et al. Applications of graphene-based materials in environmental protection and detection, *Chin Sci Bull.* **2013**. *58*, 2698-2710.
- Morton L.; Hunter, N.; Gesser, H. Methanol, a fuel for today and tomorrow. *Chem. Ind.* **1990**. 457-462.
- Mostaghaci, B. The new type of graphene films: Super flexible, highly conductive. *Advanced Science News*. Posted on May 19, **2017**. <https://www.advancedsciencenews.com/new-type-graphene-films-super-flexible-highly-conductive/> (Consultada el 28 de febrero de 2019).

## Dr. Raymundo Cea Olivares Director del programa de divulgación científica de la Academia Mexicana de Ciencias “Domingos en la ciencia”

Verónica García Montalvo\*



Conferencia en Centro Universitario UTEG, Guadalajara, Jalisco.

El Dr. Raymundo Cea Olivares, actual director del Programa Nacional de la Academia Mexicana de Ciencias “Domingos en la Ciencia” [1] (desde 2011), es un reconocido académico del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), investigador nivel III en el Sistema Nacional de Investigadores, y Premio Nacional de Química “Andrés Manuel del Río” 2010, entre otros reconocimientos. También ha sido Coordinador del Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas de la UNAM (2000-2003) y director del Instituto de Química de la UNAM (2003-2010), entre otros cargos.

El Programa “Domingos en la Ciencia”, tuvo su inicio en diciembre de 1982 en el Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad en la Ciudad de México con el objetivo inicial de difundir la ciencia de una manera divertida y amena entre la niñez y la juventud mexicana y con ello, coadyuvar a despertar vocaciones científicas y el interés por el cultivo y el desarrollo de la ciencia. Este Programa Nacional ha representado, en muchas ocasiones la primera oportunidad para que niños y jóvenes puedan estar en contacto con un científico de alto nivel y vivir una experiencia relacionada con el desarrollo científico. De hecho, es el pionero de los programas de la Academia dirigidos a la sociedad no especializada en Ciencia. En el transcurso de sus casi 38 años se han impartido más de 9,300 conferencias en numerosas sedes, 37 actualmente [2], a lo largo de toda la República Mexicana. Cada sede ha puesto su sello particular en la operación, sin desvirtuar los objetivos fundamentales. Incluso se ha adecuado el nombre del programa a “Lunes, miércoles o viernes en la ciencia”, “Ciencia para niños y sus papás”, “Miércoles científicos”, “Sábados con ciencia”, etc., pero se conserva el nombre genérico de “Domingos en la Ciencia”.

Instituto de Química, UNAM, Ciudad Universitaria,  
Cd. Mx. 04510, México \*vgm@unam.mx

**Usted tiene una reconocida y muy prolífica trayectoria en la química, ¿Qué lo llevó a interesarse por la tarea de divulgación de la ciencia? ¿Qué es para usted la divulgación de la ciencia?**

Pues pensando en voz alta, a mí siempre me ha interesado la docencia, que tiene como función no solamente instruir a los muchachos de la universidad sino también darles una formación genérica en ciencia. Por otra parte, como yo fui varias veces funcionario en la UNAM, la tercera función sustantiva universitaria se refiere a la difusión o extensión cultural, pero raramente se percatan los universitarios que lo que dice la legislación sobre esta función sustantiva es que se deben divulgar “los beneficios de la cultura”, lo cual es diferente a únicamente difundir la cultura. Existe la obligación de difundir los beneficios, es una obligación de los universitarios, no solamente el dar clase, hacer investigación, sino también divulgar los beneficios de la cultura y evidentemente el beneficio de la cultura no son solo las clases que impartimos. Por esto me empecé a interesar por la divulgación de la ciencia, pero también fue un acto circunstancial; yo era miembro de la comisión dictaminadora del Instituto de Investigaciones en Materiales y el director de este instituto, el Dr. Guillermo Aguilar Sahagún en su momento era también el director de “Domingos en la Ciencia” y me invitó a dar una plática y entonces comencé a darme cuenta de que era una labor muy relevante ésta la de la divulgación de la ciencia.

Por otra parte, la divulgación de la ciencia, desde mi punto de vista, no corresponde a situaciones solamente lúdicas, sino al deber que corresponde de divulgar un beneficio para las personas y no necesariamente el único beneficio es que se diviertan o le parezca bonito algo. Por eso me he interesado en una divulgación en donde las personas obtengan algún beneficio para su vida cotidiana y yo creo que eso es muy relevante. También me interesé en la divulgación de la ciencia porque los científicos, en general, somos privilegiados económicamente y una manera de retribuir a la sociedad todo lo que nos da, pues es el poder dar a conocer, no solamente nuestra labor, sino que conozca la relevancia de la ciencia para la vida cotidiana.

**¿Existen claves para hacer divulgación de la ciencia, para lograr que las personas comunes se sientan vinculadas a la ciencia, para que puedan vincularla a su vida cotidiana, como usted nos menciona?**

No, creo que no, yo creo que uno de los grandes problemas de la divulgación de la ciencia es que no existe una claridad en la forma y en el para qué de la divulgación de la ciencia. Es un problema muy serio. La divulgación de la ciencia tiene dos grandes vertientes extremas entre los divulgadores: una es hacer parecer que la ciencia es muy bonita y divertida, es algo que yo llamaría la divulgación

lúdica de la ciencia y que tiene como fundamento que las personas tienen que considerarla como algo divertido, como algo sencillo y fácil y que los niños deben ir a divertirse. Yo creo que de ahí en muchas ocasiones no sacan provecho más allá de la diversión. Y la otra visión, muy clara, es que la divulgación de la ciencia tiene que dar un beneficio a las personas. Yo creo que no hay una clave, más bien hay una disputa entre dos visiones extremas, la genérica que es sobre lo curioso, “lo bonito de que los dinosaurios, las estrellas, los elefantes sean o hagan tal o cual cosa”. Y la otra visión es sobre el beneficio de la ciencia. La inmensa mayoría de divulgadores de la ciencia, desde mi punto de vista, se van por la parte lúdica; entonces se trata de hacer, en el caso de los químicos, experimentitos que exploten o cosas muy llamativas. Es impresionante el número de divulgadores de la ciencia que tratan temas como los dinosaurios, mamíferos marinos, o estrellas, que es infinitamente mayor a los que se dedican a divulgar, por ejemplo, la conveniencia o no de la utilización de fármacos, o del petróleo, o sobre la alimentación, cosas que son absolutamente necesarias para la vida. Así que, no solamente no hay claves, sino que hay anticlaves, ya que la inmensa mayoría de personas que tienen acceso a internet, están llenas de información, o de desinformación, sobre un conjunto de temas que comienzan a incidir en sus vidas. Lo que las lleva a que empiecen a comer cuanto cosa recomiendan, o a tomar cuanto pseudo-fármaco existe, o a no comprar tal cosa o a sí comprarla, empiezan a estigmatizar a los plásticos, a los “metales pesados”, sin tener un sustento real para hacerlo.

El hecho es que no hay claves, porque no hay una razón universalmente aceptada de para qué divulgar ciencia. Evidentemente una persona puede sentirse vinculada a la ciencia en los dos aspectos: uno por una curiosidad y el gozo de saber, es decir, la cultura en sí misma y el otro porque sienten que reciben realmente un beneficio de ella. En medio está la justificación de que el ser humano tiene el deseo de conocimiento de su entorno, lo cual es cierto, y por eso se interesan en las vaquitas marinas, los dinosaurios, cosas que no son despreciables, pero se olvidan de la necesidad de una divulgación de la ciencia para la toma de decisiones. Yo lo que creo firmemente es que la divulgación de la ciencia, ante todo, tiene que lograr que la gente tome decisiones fundadas sobre lo que le preocupa o le interesa, cosas sobre su salud, su dinero, su seguridad la conservación de su entorno. Y eso desgraciadamente se da poco. Yo pongo el ejemplo, siendo un poco negativo, donde en los museos tecnológicos llegan los niños a darle vuelta a la maquinita que saca chispitas y se piensa que con eso aprenden o se interesan por la física y se vinculan a la cinemática o electricidad. Es exactamente lo mismo, ¡No por ir a la Feria de Chapultepec y subirse a darse vueltas en un juego aprenderán las leyes de la física por las que éste funciona, verdad!

**¿Cómo se logra darle sentido a la información científica para que la divulgación de la ciencia vaya más allá de una serie de datos curiosos o fuera de lo común, es decir, para que llegue a incidir en la vida, como usted comenta y para que programas como “Domingos en la Ciencia” dejen un beneficio?**

Bueno, aquí es una decisión del divulgador y del programa de divulgación que tiene que establecer, como estableció la UNAM, que la divulgación se trata de que las personas obtengan un beneficio. Yo estoy absolutamente de acuerdo en que parte de la vida humana es la cultura general, o sea que es importante que la gente sepa que existieron los dinosaurios, que existen las galaxias,



Conferencia "¿Por qué es importante la ciencia?"

pero esos temas particularmente deberían estar adecuadamente resueltos en la educación formal hasta la preparatoria. Y la divulgación de la ciencia debería ir más allá que la cultura general y debería ir hacia la resolución de los problemas concretos que la población tiene. Entonces, un programa debería tener un balance entre cultura, entretenimiento, que también es importante, pero también una parte sustantiva de resolución de problemas concretos de la sociedad. Y lo que yo siento, en general en México, es que la divulgación de la ciencia, en su mayor parte, está vinculada solamente a curiosidades, llámese cultura, o también a temas candentes, pero candentes no de la realidad social. Es decir, se pusieron de moda los dinosaurios porque “Parque Jurásico” (la película) los puso de moda, Así que cualquier chiquillo sabe que existieron los tiranosaurios, pero no todos saben lavarse los dientes correctamente, o cosas por el estilo. Lo cual sí es preocupante.

Tiene que haber cosas concretas; el hecho de que el divulgador de la ciencia, normalmente un profesional de la ciencia, piense que lo que a la gente le interesa son sus curiosidades científicas, no es necesariamente cierto. Por ejemplo, recordando las clases de la preparatoria, una que se llama “Anatomía e higiene”, que al menos en mi caso particular, pero creo que no nada más yo, me tuve que aprender los nombres de todos los huesos del cuerpo y el de los músculos, pero nunca me enseñaron a identificar los síntomas de un infarto y como proceder en su caso y creo que eso es bastante más relevante que saber el nombre de los huesos de la cabeza. Creo que aquí hay un conocimiento enciclopédico, pero sin el sustento para la vida cotidiana.

**Como bien explica, en divulgación científica existen actualmente muchas propuestas, tanto de comunicadores de ciencia, de la red que está llena de “comunicaciones científicas”, como también de científicos. ¿A quién le toca hacer las tareas de divulgación científica? ¿Qué opina de este periodismo científico?**

Yo creo que les toca a los dos. Yo creo que la divulgación de la ciencia sí es una profesión; hay grandes divulgadores profesionales. Ellos tienen que tener una formación adecuada, ser expertos en su trabajo. Pero al científico también le toca, en la medida de lo posible y de sus capacidades, desde dar conferencias, hacer escritos en los periódicos, entrevistas y más. A los dos les toca, lo que no se vale es ser malo. ¡Eso es lo terrible! Muchos conferencistas son pésimos divulgadores, ya que se les ocurre exponer usando sus



Dr. Raymundo Cea Olivares.

transparencias de su último congreso científico en inglés, frente a un grupo de adolescentes. Yo opino que el principio esencial de la divulgación científica es conocer el tipo de público que me va a escuchar y si no lo reconoces, no lo sabes o no le haces caso, pues se torna en un ejercicio absolutamente inútil. Es más, yo creo que muchos intentos para provocar vocaciones científicas se convierten en anti-provocadores, como decía yo de broma sobre TV UNAM, aunque ya ha cambiado mucho hoy en día, cuando salía por la noche un señor de 80 años con su bata diciendo que la ciencia era importantísima. Lo que lograba era que la gente quisiera alejarse de la ciencia. La divulgación de la ciencia es algo muy riesgoso, porque si se convierte en algo totalmente lúdico, lleva a lo que estamos viviendo hoy en día. Es decir, facultades como Veterinaria, tienen cada vez menos estudiantes que se interesen por la parte agropecuaria y cada vez más a quienes les interesa la fauna silvestre. Se hacen veterinarios porque les gustan las ballenas o no sé qué. La divulgación científica puede ser contraproducente si únicamente tiene un sentido lúdico; porque puede llevar a grandes errores, puede pensarse que el conocimiento en sí mismo tiene un sentido y no es cierto. El conocimiento científico puede responder a curiosidades particulares del científico y no a necesidades reales de él o de la sociedad. Lo que nos lleva a que “hay que encontrar en la divulgación de la ciencia una razón del para qué divulgar lo que uno está haciendo”, así de simple.

### ¿Cuáles son las particularidades del programa de divulgación nacional “Domingos en la Ciencia”?

Es muy interesante. El programa “Domingos en la Ciencia” tiene una razón histórica, particularmente un personaje. Como todas las cosas en la vida, se inician por la acción de alguien: Jorge Flores, quien es profesor emérito de la UNAM e investigador del Instituto de Física, empezó a dar conferencias científicas porque su padre quedó maravillado con una conferencia a la que asistió y lo alentó a que organizara y diera conferencias de divulgación para los niños; consiguió el auditorio del museo tecnológico de la CFE en Chapultepec y ahí voceando con algunos colegas y amigos invitaba al público a asistir a una conferencia sobre ciencia.

Como esto sucedía los domingos, el programa lleva el nombre de “Domingos en la Ciencia”. Posteriormente, la Academia de la Investigación Científica (hoy Academia Mexicana de Ciencias) arrojó al programa y lo hizo parte de ella. Éste es su programa más antiguo de vinculación a la sociedad e inició con la función de impartir, lo que se llamaría en la práctica, conferencias espectáculo para niños, jóvenes y público en general. Esa es justamente la particularidad del programa. El programa tenía el objetivo, entre otros, de despertar vocaciones científicas. Como el programa tiene más de 35 años, evidentemente lo que sucedía hace 35 años es diferente a lo que ahora vivimos: el acceso al internet era inexistente, el acceso instantáneo a la información científica no era posible, por lo que las conferencias eran un factor muy importante en ese entonces. Con el tiempo el programa se ha ido moviendo y modificando. Ahora no necesariamente son jóvenes y niños los que asisten, sino que se tienen audiencias extremadamente diferentes. Yo creo que el programa sigue teniendo validez, siempre y cuando el divulgador de la ciencia que da una conferencia, de verdad se vincule y conozca el tipo de público que va a tener, y que el público a su vez sea un buen receptor de lo que tiene que decir el conferencista. Pero no solamente eso, sino que tiene como función que quien da la conferencia conozca que el país es ligeramente más grande que su laboratorio del CINVESTAV, la UNAM, o cualquier universidad del país. Que sepa que el país ha crecido y que la gente tiene necesidades de conocimiento; por eso, yo me refiero siempre a la necesidad, aunque suene reiterativo, de que el conferencista conozca las necesidades de la gente para que la pueda servir de manera más adecuada. El programa, obviamente, no puede quedarse en una conferencia monótona a un público cautivo, sino que el conferencista debe vincularse a la sociedad y conocer el entorno a donde va. A veces es más importante que el conferencista vaya al Tecnológico de Piedras Negras y que conozca que hay gente inteligente que también hace ciencia y que el país ha crecido más allá de su pequeñísimo entorno universitario.

### ¿Es difícil hacer divulgación de la ciencia en México? ¿Cuál es la principal dificultad desde su experiencia y la experiencia de “Domingos en la Ciencia”?

No, yo creo que es muy fácil hacer divulgación de la ciencia. Es decir, toda la gente que quiera introducirse en algún sector obtendrá una respuesta positiva. Los ejemplos son de todo tipo: ha habido gente que va a una escuela, habla con la directora y da una plática. Hacer divulgación es muy fácil, ya que, si hay una conciencia genérica de la necesidad de aprender cosas de ciencia, más bien hay una pereza de muchos científicos para hacerlo. Es así como la principal dificultad es el desinterés de muchos miembros de la comunidad científica en divulgar a la ciencia. Cuando se les ofrece dar una conferencia para niños, amas de casa, responden “No, no, yo con niños no me llevo ¡No! con amas de casa no me entiendo, solamente con otros científicos”. O sea, la principal dificultad es el científico. Y, por otro lado, hay divulgadores profesionales que piensan que la gente tiene que estar riendo todo el tiempo. Yo he comentado mucho a este respecto: “si los niños o las personas no ven la diferencia entre la conferencia de ciencia y el espectáculo del payaso Cepillín, entonces no hay diferencia”. La conferencia no tiene que ser un espectáculo de ese estilo, pero hay divulgadores que le hacen, de alguna manera, a esta corriente lúdica de “Clowns”, que se da mucho en Estados Unidos, pero que no corresponde, yo creo, a la seriedad de la divulgación de la ciencia. Al final, la principal dificultad es encontrar el motivo de

para qué vas a divulgar ciencia y no pensar que lo que uno, como científico, hace en su laboratorio es lo más importante, aunque puede ser que sí lo sea, pero no necesariamente.

### ¿Cuáles cree que son las oportunidades y desafíos del programa “Domingos en la Ciencia” en la actualidad?

Bueno, el programa funciona dando conferencias espectáculo para todo público. Los grandes retos del programa son llegar a la gente que realmente desea la difusión de la ciencia, porque se ha caído mucho en un público cautivo, chicos de secundarias, preparatorias y universidades. El programa debe dividirse y atender de manera seria a Universidades, instituciones de educación superior, que desean conferencias para incrementar la cultura de su entorno. Eso debe seguir vigente, pero además debe buscar que sea para todo público, que asista gente común y corriente a recibir, no una conferencia, sino una plática, una comunicación directa acerca de la problemática que viven. Yo creo que los grandes retos del programa son lograr que en verdad la gente reciba una efectiva divulgación de la ciencia y que las conferencias sean de beneficio para las personas. El programa es un programa nacional con 37 sedes, la inmensa mayoría a cargo de instituciones de educación superior y con un público relativamente cautivo, lo que no tiene nada de malo, pero también debe llevarse a sectores vulnerables de la sociedad. Llevar conferencias a niños de primaria es excelente, pero debemos atender a públicos vulnerables, más que a los que están inmersos en el sistema educativo. Un ejemplo es el trabajo que hacemos llevando conferencias a chicos que están en reclusorios para menores. Otro grupo extremadamente vulnerable son los ancianos, gente muy sola y no nos costaría mucho asistir a las casas de la tercera edad que hay en toda la república, por ejemplo. Este sector no consta de ancianos decrepitos, sino de gente mayor con una gran necesidad de comunicación a la que le interesa la cultura. Yo creo que uno de los públicos más necesitados son las amas de casa que se enfrentan a problemas muy graves como ayudar a los niños en sus tareas, enseñarles matemáticas, a decidir si comprar o no medicinas similares, o a si debe cocinar o no en el microondas. Problemas todos muy serios sobre su economía, su salud, etcétera. Los seminaristas católicos es otro grupo muy interesante que requieren de una formación científica y así podría enumerar 20 grupos más que deberían atenderse.

Otro punto puede ser la apertura a conferencias grabadas que se lleven a todo tipo de instituciones, conferencias por internet, videoconferencias por canales como YouTube, es decir, modernizarnos. No podemos seguir sólo con las conferencias típicas sobre las curiosidades de los dinosaurios, ya que la gente puede encender su computadora y a través de internet ver esta información y mucha más, que además se ofrece de mil y una formas diferentes. En cuanto a despertar vocaciones científicas, yo no creo que haya vocaciones dormidas; la probabilidad de que yo dé una plática sobre los compuestos químicos de los metales pesados y que el niño de enfrente estudie la carrera de químico y se doctoré en eso, es prácticamente cero. Así que no va por ahí. Lo que sí es muy importante, es que la gente conozca que el científico es un ser humano, una persona común y corriente. Quizás lo más importante es que la gente sepa que al científico que tiene uno o más doctorados, que es nivel III del SNI, también le gusta el fútbol como a todos y que también enfrenta lo mismos problemas que todos; eso es importantísimo.

Para finalizar, en la página de la AMC existe un anecdotario de Domingos en la Ciencia. [3] Es evidente que en tantos años de existencia del programa lo que sobran son anécdotas; cuéntenos una anécdota suya o del programa, algo relevante.

Bueno este punto es de la parte simpática de la divulgación de la ciencia, aunque pueden existir anécdotas en el buen y mal sentido. Yo recuerdo que, en Chilpancingo, Guerrero, había una persona muy interesada en divulgación, muy activa, que tiene un centro de divulgación de la ciencia. Ella me invitó a dar una conferencia para profesores de la Normal y estudiantes de la carrera de química de la Universidad de Guerrero. Entonces llegué a la terminal de autobuses y de ahí me llevaron directo al auditorio del estado, un lugar como para 700 personas, que estaba lleno de niños de primero, segundo y tercero de primaria y no de normalistas y estudiantes de Química. Eso fue espantoso y nos hace volver al punto de que el conferencista tiene que saber a qué va, a qué clase de público va a atender. Yo creo que más que anécdotas, lo que sí hay que reconocer es que el 99.9 % de conferencistas han sido muy exitosos y para muchos ha sido una razón de vivir, que ha permitido que conozcan buena parte del país y de sus necesidades y realidades.

Yo quisiera terminar diciendo que el programa tiene dos beneficios: el beneficio que obtiene la gente de la conferencia y el beneficio que obtiene el conferencista del conocimiento de su sociedad, de su riqueza, de la riqueza del país y también de que a pesar de que vivimos en un país que suele negar las acciones gubernamentales, pero es un hecho que ha habido un enorme aumento en la oferta educativa, de servicios y de bienes en el país, que el científico muchas veces no conoce; así que el programa ha servido para abrirle los ojos a la realidad nacional.

### Bibliografía

1. Domingos en la Ciencia - Academia Mexicana de Ciencias, [https://www.amc.edu.mx/amc/index.php?option=com\\_content&view=article&id=80&Itemid=80/](https://www.amc.edu.mx/amc/index.php?option=com_content&view=article&id=80&Itemid=80/)
2. Sedes de Domingos - Academia Mexicana de Ciencias, [https://www.amc.edu.mx/amc/index.php?option=com\\_content&view=article&id=296&Itemid=61](https://www.amc.edu.mx/amc/index.php?option=com_content&view=article&id=296&Itemid=61)
3. Anecdotario, [http://coniunctus.amc.edu.mx/libros/anecdotario\\_domingos.pdf](http://coniunctus.amc.edu.mx/libros/anecdotario_domingos.pdf)



## Visibilizar a las mujeres en la tabla periódica de los elementos químicos

*Elizabeth Gómez\*, Hortensia Segura y Virginia Trejo*

*No es la inferioridad de las mujeres lo que ha determinado su insignificancia histórica, sino que ha sido su insignificancia histórica lo que las ha destinado a la inferioridad.*

Simone de Beauvoir

Es imposible no tener alguna reacción ante la frase de Simone de Beauvoir; sin embargo, el contexto en el que está inspirada dice mucho sobre la lucha que han librado las mujeres para lograr trascender en los ámbitos que les habían sido asignados históricamente. De acuerdo con la ONU-Mujeres, el aumento en educación de mujeres y niñas contribuye a un mayor crecimiento económico de los países; bajo esta premisa, el acceso de las mujeres a los recursos financieros y al control sobre ellos es decisivo para lograr, entre otras cosas, la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer. La participación de éstas y su perseverancia como agentes de cambio en distintas disciplinas es lo que ha hecho posible un mundo con más y mejores oportunidades para nosotras. En materia científica, la historia de las mujeres y sus contribuciones se han visto opacadas en innumerables ocasiones por cuestiones de desigualdad.

Si nos remontamos a la época en que Dimitri Mendeléyev realizó el primer bosquejo de la tabla periódica de los elementos en 1869, la participación de las mujeres en la ciencia era incipiente. Hablar de la tabla periódica significa hablar acerca de sus elementos, constitución y orden; pero también de los hombres y mujeres que contribuyeron a su creación. De acuerdo al papel descrito de la mujer del siglo XIX, se le consideraba entre otras cosas, como “transmisora de cultura” (Belén Fernández, 2015). Este papel se restringía a actividades consideradas “propias de su género” como: lectura en voz alta, declamación, costura y bordado y por mucho tiempo, las mujeres se encontraron fuera de toda oportunidad o atisbo referente a la ciencia, en especial a la química. Algunas incursionaron en actividades que hasta ese momento eran desconocidas para ellas. Se empeñaron en cultivar su espíritu y su intelecto a través de los libros y la participación en tertulias, clubes y tribunas.

La última parte del siglo XIX fue una etapa de profunda decodificación social para las mujeres, ya que es durante estos años que comienza a verse una mayor participación de las mismas en temas como educación, política y ciencia. Tal vez, si intentamos imaginar cuáles eran las condiciones sociales a las que se enfrentaban, destaca aún más que esa insistencia para ingresar en las universidades y estudiar carreras que -en su contexto social- solo eran para varones, resulta de gran relevancia; porque fruto de ese valor y perseverancia, rompieron los esquemas sociales y fueron ganando terreno en distintos ámbitos del quehacer científico.

Una prueba de ello fueron sus aportaciones a la conformación de la tabla periódica; elementos como el Renio (Re), Polonio (Po), Francio (Fr) y Radio (Ra) fueron oficialmente descubiertos por mujeres científicas. Una de ellas y probablemente la más reconocida fue Marie Skłodowska Curie, una científica polaca que en 1898 descubrió junto con su esposo Pierre Curie, los elementos altamente radiactivos: Polonio (Po) número atómico 84 y Radio (Ra) número atómico 88. Dicho descubrimiento dio lugar a la llamada era atómica, también conocida como era nuclear. Fue la primera mujer en ganar dos premios Nobel en dos ciencias diferentes: Física en 1903 y Química en 1911.



Marie Skłodowska Curie

(7 de noviembre de 1867, Varsovia - 4 de julio de 1934, Passy).  
Premio Nobel de Física (1903) y de Química (1911).

Además de Curie, otras científicas contribuyeron al descubrimiento de los elementos como Ida Noddack, cuyo nombre de soltera era Ida Eva Tacke, quien junto con su esposo Walter Noddack y Otto Berg descubrieron el Renio (Re) número atómico 75, que es uno de los elementos más escasos en la corteza terrestre. En 1939, la física Marguerite Catherine Perey descubrió el Francio (Fr) número atómico 87; este elemento es el segundo menos abundante en la corteza terrestre y el último elemento natural en ser descubierto.

La química Julia Lermontova fue la primera mujer rusa en obtener el grado de doctora en química por la Universidad de Heidelberg. Lermontova fue admitida para trabajar en el laboratorio de

Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 04510, México. \*eligom@iquimica.unam.mx



Ida Noddack

(25 de febrero de 1896 - 24 de septiembre de 1978, Alemania)  
Nominada al Premio Nobel de Química tres ocasiones: 1933, 1935 y 1937.

Robert Bunsen y, a petición de Mendeléyev, aprendió los métodos de análisis de minerales de Bunsen y se unió a la entonces investigación en curso sobre la separación de metales del grupo del platino; logró purificar el Rutenio (Ru), Rodio (Rh), Paladio (Pd), Osmio (Os), Iridio (Ir) y Platino (Pt); trabajo que dio lugar a su correcta clasificación.[1,2,3]

Otra entusiasta fue Lise Meitner, física austriaca de origen judío que en 1907 fue admitida en la Universidad de Berlín como colaboradora del químico Otto Hahn sin recibir un sueldo. Tenía que trabajar en el sótano (anteriormente un taller de carpintería) el cual tenía una entrada exterior. No podía poner un pie en ninguna otra parte del instituto, ni en el laboratorio de arriba en donde Otto hacía su química y, para usar el baño, tenía que caminar hasta un restaurante ubicado fuera del instituto.[2,4] El Meitnerio (Mt) con número atómico 109, fue descubierto en 1982 por Peter Armbruster, Gottfried Münzenberg y nombrado en honor a Lise Meitner, como una justa retribución a sus valiosas aportaciones no reconocidas. Descubrir en estas historias de éxito de mujeres científicas, las terribles condiciones discriminatorias, y compararlas con las aulas y laboratorios actuales, es un buen punto de partida para la reflexión de los logros de género en esta materia.

Además, destacan otras tres brillantes mujeres, quienes aportaron las evidencias de la existencia de isótopos. Stefanie Horowitz (doctora en química orgánica por la Universidad de Austria, 1914), Ellen Gleditsch (farmacéutica noruega, primera mujer en recibir un doctorado *honoris causa* por la Universidad de la Sorbona en 1962) y Ada Hitchins (británica, estudió ciencias en la Universidad de Glasgow). La doctora Margaret Todd fue quien sugirió el uso del término isótopo, que significa "mismo lugar".

Las físicas austriacas Berta Karlik y Lise Meitner descubrieron respectivamente y en colaboración con otros investigadores, los isótopos del Astatina (At) y del Protactinio (Pa) producido artificialmente por Segré en 1940. Berta Karlik permaneció en la oscuridad y eclipsada por Lise Meitner; sin embargo, Karlik fue la primera catedrática de la Universidad de Viena. Por su condición femenina, no fue aceptada por la Academia de Ciencias Austriaca; logró ingresar hasta 1973, un año antes de retirarse.[5]

Aunque este artículo no es exhaustivo sobre otras mujeres químicas que contribuyeron al desarrollo de la tabla periódica, esboza a algunas de ellas y su contribución. Actualmente, es necesario hacer un reconocimiento de aquellas mujeres que han aportado, de distintas formas, al conocimiento de la naturaleza de los átomos y sus propiedades. Hoy podemos hablar de ellas tal como lo hace Marisa Bate en su libro *The Periodic Table of Feminism*, en el que considera a las mujeres parte misma de la tabla como elementos de tipo explosivos, conductores, radicales, reaccionarios, pero, sobre todo, libres. Se trata de mujeres que cambiaron el rumbo, rompieron paradigmas y se enfrentaron a un discurso cuya principal palabra fue "no, no se puede".



Julia Lermontova

(2 de enero de 1847, San Petersburgo, -  
16 de diciembre de 1919, Moscú, Rusia).



Lise Meitner

(7 de noviembre de 1878, Viena, Austria -  
27 de octubre de 1968, Cambridge, Reino Unido).

En consecuencia, la historia de estas mujeres es contada como una serie de logros que implicó años de trabajo y esfuerzo, sin los cuales no podrían ser recordadas como hoy lo hacemos. Por el contrario, todas colaboraron para abrir el camino a futuras generaciones de científicas que, al igual que en la química, se encuentran en una búsqueda constante del cambio, el reconocimiento a sus derechos y por supuesto, a su profesión.

La tabla periódica da cuenta de este avance en el reconocimiento de las científicas que, gradualmente, aparecieron con nuevas aportaciones en esta monumental labor. Escribir artículos en memoria de las mujeres de la química no sería necesario si el proceso de visibilización de las mismas fuese una realidad total; hoy más que nunca resulta necesario que instituciones, gobierno y sociedad trabajen en conjunto para que existan más acciones en pro de la igualdad y calidad de vida de las mujeres.

*La igualdad en el acceso a la ciencia no sólo es un requisito social y ético para el desarrollo humano, sino también una necesidad para la realización de todo el potencial de las comunidades científicas y para orientar el progreso científico hacia el conjunto de las necesidades de la humanidad. Las dificultades que encuentran las mujeres, que constituyen la mitad de la población mundial, para acceder y progresar en las carreras científicas, así como participar en la toma de decisiones en ciencia y tecnología, deberían abordarse urgentemente.*

Declaración de la UNESCO sobre la Ciencia y el uso del conocimiento científico (1998).

En el Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos 2019, celebremos también a aquellas mujeres que le dieron forma y oportunidades a las científicas y químicas de hoy.



Berta Karlik  
(24 de enero de 1904 - 4 de febrero de 1990, Austria)  
Primera catedrática de la Universidad de Viena, descubridora de los isótopos del Astatio.



Ellen Gleditsch (1879–1968)  
Noruega, primera mujer en recibir un doctorado honoris causa por la Universidad de Sorbona, en París.



Marguerite Perey  
(19 Octubre 1909 – 13 Mayo 1975, Francia)



Yulya Lermontova, ver arriba.

## Referencias

1. Van Tiggelen B.; Lykknes A.; Celebrate the women behind the periodic table, *Nature*. 2019, 565, 7741, 559-561, <http://dx.doi.org/10.1038/d41586-019-00287-7> (visitado 13 de marzo de 2019).
2. Rulev A. Y.; Voronkov M. G.; Women in chemistry: a life devoted to science, *New J. Chem.* 2013, 37, 3826-3832, <http://dx.doi.org/10.1039/c3nj00718a> (visitado 13 de marzo de 2019).
3. Creese, M. R. S.; Early women chemists in Russia: Anna Volkova, Iuliia Lermontova and Nadezhda Ziber-Shumova, *Bull. Hist. Chem.* 1998, 21, 19-24.
4. Lewin Sime R.; *Lise Meitner: A Life in Physics*. University of California Press: Berkeley, 1996; <http://ark.cdlib.org/ark:/13030/ft6x0nb4fk/> (visitado 13 de marzo de 2019).
5. Haines, C. M. C.; Steves, H. M.; *International Women in Science A Biographical Dictionary to 1950*. ABC-CLIO: Santa Barbara, California, 2001.
6. Bate, M.; *The periodic table of feminism*. Random House: U. K., 2018.
7. Fernández de Alarcón, B.; (2015). La mujer de élite del siglo XIX como transmisora de la cultura. *Opción* [Online]. 2015, 31, No. Esp. 6, 245-260. <https://www.redalyc.org/html/310/31045571016/> (visitado 13 de marzo de 2019).
8. Reflexiones sobre la invisibilización de la contribución de las mujeres al desarrollo de la ciencia. Algunas propuestas didácticas. Dirección General de Ordenación, Innovación y Promoción educativa. Gobierno de las Canarias. Ciencia y Género. [https://www.museocienciavalladolid.es/export/sites/default/mcva/Documentos/Educacion/Unidad\\_Didxtica\\_Rosalind\\_Curie4.pdf](https://www.museocienciavalladolid.es/export/sites/default/mcva/Documentos/Educacion/Unidad_Didxtica_Rosalind_Curie4.pdf) (visitado 13 de marzo de 2019).
9. Beauvoir, S.; *El segundo sexo*. 1949. Editorial Debolsillo.



CONCURSO PARA LA ELABORACIÓN DE  
JUEGOS DIDÁCTICOS DIRIGIDOS A  
ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

“La tabla periódica de los elementos químicos y su  
importancia para la ciencia y en la vida cotidiana”

Consulta la convocatoria en  
[www.sqm.org.mx](http://www.sqm.org.mx)



Concurso de Fotografía  
“Commemorando el año internacional de la tabla periódica  
de los elementos químicos”

Consulta la Convocatoria  
[www.sqm.org.mx](http://www.sqm.org.mx)



SOCIEDAD QUÍMICA  
DE MÉXICO, A.C.  
TRANSACCIONES

# Historia de la Tabla Periódica de los Elementos

## Parte II

José Adrián Peña Hueso\*

### Resumen

La historia de la tabla periódica es una parte importante de la historia de la química y del entendimiento que tiene la humanidad sobre el mundo que la rodea. Entre los 4 elementos griegos y los 118 que conocemos, hubo conceptos equivocados y acertados, hasta llegar al ordenamiento que tenemos ahora. La tabla periódica cumple 150 años en 2019 y vale la pena recordar a todos aquellos que contribuyeron a su concepción, desde que el hombre empezó a transformar un mineral en un metal, pasando por la alquimia, hasta que comprendió la constitución de la materia a nivel subatómico.

### El nacimiento de una Ciencia

A finales del siglo XVI y principios del siglo XVII la filosofía natural a nivel mundial iba en ascenso y la alquimia no fue la excepción; el médico Jan Baptist van Helmont (1580-1644) fue uno de los influenciados por Paracelso en comprobar los hechos con experimentos e hizo amplio uso de la balanza. En su experimento más famoso, pesó una plantita de sauce y la plantó en una maceta con 200 libras de tierra, protegió la maceta para evitar que acumulara polvo y regó la plantita sólo con agua destilada. Después de 5 años sacó la planta y encontró que pesaba 169 libras y 30 onzas, mientras que la tierra seca había perdido tan sólo 2 onzas de peso. Con este simple experimento van Helmont llegó a la conclusión de que el tronco, las ramas y las hojas de la planta debían estar formadas de agua, por lo que creyó que el agua era el único elemento. Poco después, van Helmont pensó que el aire debía tener un papel fundamental en la transformación del agua, así que decidió estudiar el aire. Antes de él nadie en absoluto había pensado en estudiar el aire, nadie siquiera se había preguntado qué era el aire, el aire era aire. Incluso cuando en una reacción química se desprendía algún gas, era considerado aire y nadie lo tomaba en cuenta. Van Helmont aisló el gas obtenido al quemar carbón, lo estudió y se dio cuenta que no era simplemente aire; a pesar de lucir como aire, una vela no ardía en él. También descubrió que era el mismo desprendido durante la fermentación. Acuñó la palabra gas para designar a este estado de la materia y llamó a su nueva sustancia espíritu silvestre.

Con los numerosos descubrimientos en otras áreas, particularmente en física y el cambio de mentalidad entre los filósofos naturales, la alquimia se encaminaba a una transformación. La figura más importante de este periodo fue el inglés Robert Boyle (1627-1691), quien estudió minuciosamente los gases y descubrió que el volumen que ocupa un gas depende directamente de la presión. Boyle inició la práctica de describir sus experimentos de manera clara y comprensible, de manera que pudieran ser repetidos y confirmados por otros filósofos naturales, diametralmente

	Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.
<i>Substances simples qui appartiennent aux trois règnes &amp; qu'on peut regarder comme les élémens des corps.</i>	Lumière.....	Lumière. Chaleur. Principe de la chaleur. Fluide igné. Feu.
	Calorique.....	Matière du feu & de la chaleur.
	Oxygène.....	Air déphlogistiqué. Air empiréal. Air vital. Bâse de l'air vital.
	Azote.....	Gaz phlogistiqué. Mofete. Bâse de la mofete.
	Hydrogène.....	Gaz inflammable. Bâse du gaz inflammable.
<i>Substances simples non métalliques oxidables &amp; acidifiables.</i>	Soufre.....	Soufre.
	Phosphore.....	Phosphore.
	Carbone.....	Charbon pur.
	Radical muriatique.	Inconnu.
	Radical fluorique..	Inconnu.
	Radical boracique..	Inconnu.
	Antimoine.....	Antimoine;
	Argent.....	Argent.
	Arsenic.....	Arsenic.
	Bismuth.....	Bismuth.
	Cobolt.....	Cobolt.
<i>Substances simples métalliques oxidables &amp; acidifiables.</i>	Cuivre.....	Cuivre.
	Etain.....	Etain.
	Fer.....	Fer.
	Manganèse.....	Manganèse.
	Mercuré.....	Mercuré.
	Molybdène.....	Molybdène.
	Nickel.....	Nickel.
	Or.....	Or.
	Platine.....	Platine.
	Plomb.....	Plomb.
	Tungstène.....	Tungstène.
<i>Substances simples salifiables terreuses.</i>	Zinc.....	Zinc.
	Chaux.....	Terre calcaire, chaux.
	Magnésie.....	Magnésie, bâse du sel d'Épſom.
	Baryte.....	Barote, terre pesante.
	Alumine.....	Argile, terre de l'alun, bâse de l'alun.
	Silice.....	Terre fliceuse, terre vitrifiable.

Figura 1. Tabla de elementos de Lavoisier de 1789.

opuesto a la antigua costumbre de escribir los experimentos en clave o de forma vaga para que nadie más pudiera hacerlos. La obra maestra de Boyle fue su libro *El Químico Escéptico*, publicado en 1661, en el cual ataca directamente a los cuatro elementos de Aristóteles y los tres principios de Paracelso, dando los argumentos por los que no los considera elementos y aunque no puede saber qué sustancias son elementos ni cuántos hay, define lo que es un elemento en la página 350:

*Ahora por elementos quiero decir, como esos químicos que por sus principios hablan claramente, ciertos cuerpos primitivos y simples, o perfectamente no mezclados, que no están hechos de otros cuerpos o unos de otros, son los ingredientes de los cuales esos llamados cuerpos perfectamente mezclados están inmediatamente compuestos y en los cuales están últimamente resueltos.*

Boyle no hablaba tan claramente como él pensaba, pero, dicho en otras palabras, un elemento es una sustancia que no se puede descomponer en otras sustancias más simples. Boyle también hace un esbozo de la teoría atómica en la página 42 de su libro:

*Porque si asignamos a los corpúsculos, de los que cada elemento consiste, una forma y tamaño particular, puede ser fácilmente manifestado que tales corpúsculos diferentemente figurados puedan ser entremezclados en varias proporciones y puedan estar conectados en muchas formas diferentes, de tal forma que casi un número increíble de sustancias puede estar compuesto de ellos.*

Boyle también elimina el prefijo al- y usa la palabra química (chymist), por eso y por la nueva forma de pensar, generalmente se le considera el primer químico moderno. A pesar de ello, Boyle no escapó de la alquimia, creía que la creación de oro era posible y usó sus influencias en la recién creada Real Sociedad para que el parlamento inglés revocara en 1689 la ley anti-alquimia que estaba en efecto desde 1404, pues si los ingleses lograban crear oro sería de gran beneficio para el país.

Por aquellos tiempos la alquimia iba en decadencia, ya tenía muy mala fama y no por poca cosa, más de 1000 años de fracasos y fraudes intentando producir oro habían sido suficientes para muchos, pero incluso el gran Isaac Newton fue alquimista.

Hennig Brand (ca. 1630 - ca. 1710) es considerado por muchos el último alquimista; vivía en Hamburgo, buscando la piedra filosofal, como hacía la mayoría y aunque no fue el último, fue tal vez el último que hizo un descubrimiento para la posteridad. Paracelso decía que la naturaleza nos enseña sus secretos de manera simbólica por medio de sus formas y colores; siguiendo esa idea, seguramente la piedra filosofal sería obtenida de algo amarillo; también había quien decía que la piedra filosofal podría ser obtenida del cuerpo humano... Para Brand eso indicaba una cosa ¡la orina era la clave! Así que diligentemente inició un estudio de la orina humana para encontrar el secreto; en 1669 juntó cincuenta baldes de orina, la dejó evaporar y pudrir hasta que crecieron gusanos, la hirvió hasta que quedó un residuo pastoso, dejó reposar el residuo hasta que se volvió negro, destiló esta mezcla y colectó los vapores en un matraz sumergido en agua. Los vapores se condensaron en un sólido blanco ceroso que brillaba al ser expuesto al aire y a veces ardía espontáneamente. Llamó a esta sustancia fósforo; aunque

pensó que había descubierto la piedra filosofal eventualmente se dio cuenta que era inútil como tal, así que lo empezó a vender manteniendo la fórmula en secreto. Brand nunca supo capitalizar su descubrimiento y vendió su fórmula a otro alquimista, que se enriqueció dando espectáculos por Europa con esta maravillosa sustancia. Robert Boyle eventualmente obtuvo pistas de su origen y descubrió como fabricar fósforo de una manera mucho más eficiente. Hennig Brand no encontró la piedra filosofal, pero sí encontró la inmortalidad al pasar a la historia como el primer descubridor de un elemento de quien conocemos su identidad.

Muchos son los químicos que empezaron a sobresalir en Europa por estas fechas, entre ellos el alemán Georg Ernst Stahl (1659-1734), quien adaptó una teoría de Johann Joachim Becher (1635-1682) y alrededor de 1720 propuso la primera teoría plausible en la química que abarca los procesos de oxidación y combustión, indicando que en realidad son la misma cosa. Fue un gran paso en el entendimiento de los procesos químicos, desafortunadamente

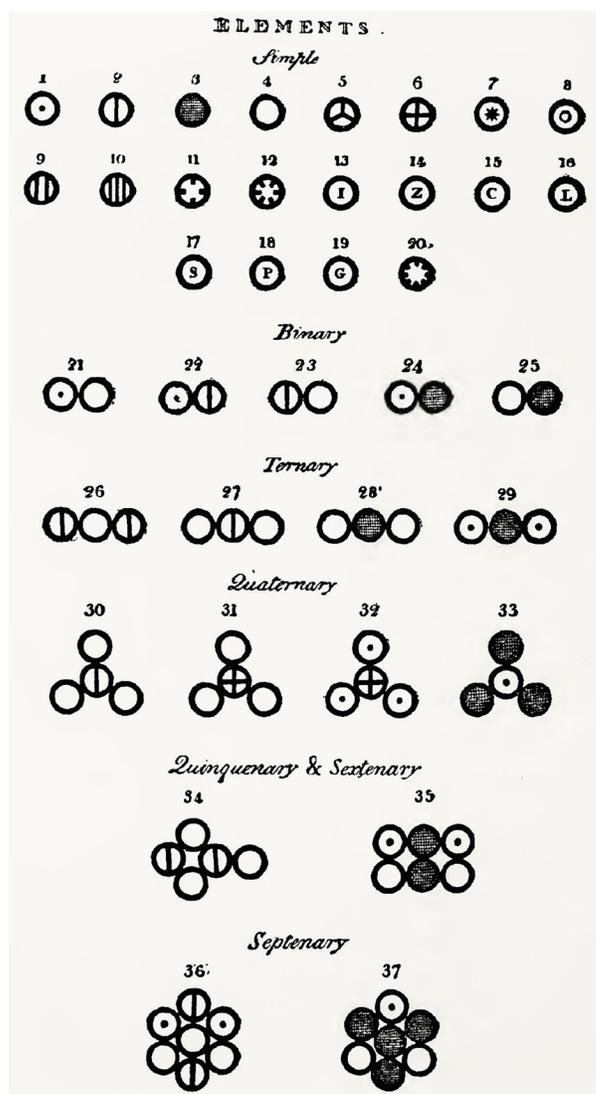


Figura 2. Símbolos de los átomos de Dalton de 1808.

fue un mal paso. Stahl decía que una sustancia llamada flogisto escapaba de una sustancia cuando se quemaba o de un metal cuando se convertía en cal y para revertir el proceso se tenía que añadir flogisto. Por lo tanto, un metal era un compuesto de cal y flogisto y la madera un compuesto de ceniza y flogisto. Recordemos que se llamaba cal a lo que ahora conocemos como óxido. Cuando se quema un trozo de madera es evidente que algo escapa y las cenizas pesan mucho menos, pero no es el caso cuando un metal se convierte en cal, pues la cal de un metal pesa más que el metal de donde proviene; sin embargo, eso no desanimó a los químicos que culpaban a la baja pureza de sus compuestos, no le daban importancia al peso de las sustancias o decían que el flogisto tenía un peso negativo, dependiendo lo que conviniera.

El ímpetu de Boyle y el flogisto en el estudio del aire provocaron una generación de químicos neumáticos como Joseph Black (1728-1799), que estudió el aire fijo (dióxido de carbono) que desprendían los álcalis suaves (carbonatos) y Daniel Rutherford (1749-1819) que descubrió el aire nocivo o aire flogisticado (nitrógeno). También destaca Joseph Priestley (1733-1804), quien produjo varios aires y era un filósofo natural muy prolífico, aunque para él eso era un pasatiempo y pensaba que su contribución más importante eran sus escritos religiosos. Priestley no deseaba enriquecerse con la química y se negó a patentar el agua carbonatada. Entre sus descubrimientos está el aire deflogisticado (oxígeno), que obtuvo al calentar cal de mercurio (óxido de mercurio) y que posteriormente Lavoisier usaría para destruir la teoría del flogisto que Priestley tanto defendía.

Otro de los grandes químicos que se adhirió a la teoría del flogisto fue el inglés Henry Cavendish (1731-1810), una de las figuras más peculiares de la historia de la química. Cavendish era miembro de la nobleza y era inmensamente rico (tenía en el banco la cuenta más grande de Inglaterra), fortuna que usó para comprar material de laboratorio de la más alta calidad y los mejores aparatos disponibles. Cavendish era muy meticuloso en sus experimentos y se le recuerda por calcular la densidad de la Tierra. Cavendish estudió el gas que se desprende cuando los ácidos atacan a los metales, previamente observado por Boyle y seguramente por muchos antes que él, pero fue Cavendish quien estudió sus propiedades y lo llamó *aire inflamable*. Lo más importante fue que demostró que el agua no era un elemento, sino un compuesto de *aire inflamable* y *aire deflogisticado*; con eso moría el agua como elemento.

En este momento la química ya era una ciencia experimental, pero los químicos aún no sabían qué sustancias eran elementos. La teoría dominante de la combustión estaba equivocada y la nomenclatura era muy confusa. Se necesitaba alguien que pusiera orden y resolviera los problemas.

### Nace la Química moderna

Quien vino a solucionar todo fue sin duda el químico más brillante en esa época, el francés Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), considerado el padre de la química moderna. Lavoisier fue sobresaliente desde joven y fue admitido en la Academia de Ciencias a los 25 años. Lavoisier usaba la balanza para todos sus experimentos y llevaba registros meticulosos de todos ellos. Su libro, *Tratado Elemental de Química*, publicado en 1789, fue una verdadera revolución en la química. Por primera vez describe una nomenclatura sistemática que hace que los nombres signifiquen

algo; gracias a Lavoisier no decimos álcali fijo vegetal efervescente sino carbonato de potasio. También descalificó la teoría de la transmutación al probar que el agua no se convertía en tierra al hervirla durante un largo tiempo. Para esto, pesó un recipiente de vidrio llamado pelícano, añadió una cantidad conocida de agua, lo tapó bien, lo pesó de nuevo e hirvió el agua, que reflujo durante 101 días; después de ese tiempo el peso del recipiente cerrado no había cambiado; eso iba en contra de la idea de que partículas de fuego atravesaban el vidrio y se unían al agua para formar tierra. Sacó el agua, pesó el recipiente, pesó todo el sólido en el agua y probó su peso era justo lo que había perdido el recipiente; ahí murieron los cuatro elementos griegos.

Propuso la teoría de la oxidación y combustión con oxígeno y eliminó al flogisto. En cuanto a los elementos, dijo:

*La Química camina hacia su objeto y su perfección, dividiendo, subdividiendo, y volviendo a dividir, e ignoramos cual será el término de sus investigaciones. No podemos asegurar, que lo que hoy miramos como simple lo sea efectivamente: lo más que podemos decir es que tal sustancia es el término actual adonde llega el análisis químico y que no puede subdividirse más según el estado actual de nuestros conocimientos.*

Finalmente los verdaderos elementos eran reconocidos. Con base en eso, Lavoisier hizo una lista de las sustancias que él consideraba elementos y eran mucho más que cuatro, figura 1.

Lavoisier incluyó a la luz y al calórico como elementos, pues pensaba que eran sustancias. También tiene los 3 elementos gaseosos oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, después vienen los no metales, entre los cuales pone a tres elementos desconocidos porque no habían sido aislados, el radical muriático, el radical fluorico y el radical borácico. En realidad, el cloro ya lo había descubierto Scheele pero Lavoisier pensaba que era un compuesto. Luego vienen los metales y al final las tierras. Lavoisier no incluyó los álcalis fijos, sosa y potasa, porque estaba seguro de que eran compuestos; también creía que las tierras eran óxidos, lo cual es cierto. En lo que estaba equivocado era en pensar que todos los gases eran compuestos de una sustancia con calórico. La muerte de Lavoisier en la guillotina puso un fin prematuro a sus descubrimientos, pero la revolución en la química había iniciado.

Al terminar el siglo XVIII ya se conocían 34 elementos y los descubrimientos de nuevos elementos se hacían cada vez más comunes; Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) descubrió seis elementos, un récord que habría de durar hasta la era de la química nuclear. Aunque eso no significa en lo más mínimo que un elemento se descubriera sin contratiempos y muchos nuevos descubrimientos resultaron ser falsos. De hecho, hubo más descubrimientos falsos que auténticos y algunos fueron descubiertos dos veces. Para muestra, la historia del vanadio, descubierto en 1801 en México.

El vanadio es el único elemento descubierto en México, por el químico hispano-mexicano Andrés Manuel del Río Fernández (1764-1849). Del Río descubrió un nuevo mineral proveniente de la mina Cordonal en el estado de Hidalgo y lo llamó plomo pardo de Zimapán (actualmente llamado vanadinita); al estudiar este mineral se dio cuenta de que contenía un nuevo elemento y, fascinado por sus coloridas sales, lo llamó pancromio. Poco después lo llamó eritronio, en referencia a los compuestos rojos

que obtuvo cuando trataba las sales de su nuevo metal con el calor o con ácidos. Del Río le dio muestras del mineral a su amigo Alexander von Humboldt, así como documentos describiendo su descubrimiento para que fueran confirmados en Europa. Humbolt mandó una muestra del mineral al Museo de Historia Natural de Berlín y otra se la mandó al renombrado químico francés Hippolyte Victor Collet-Descotils (1773-1815). Sin embargo, los documentos acerca del descubrimiento nunca llegaron a Europa pues el navío que los llevaba naufragó. Collet-Descotils analizó el mineral en 1805 y llegó a la errónea conclusión de que contenía cromo y no un nuevo elemento. El análisis equivocado de Descotils y el parecido entre su eritronio y el cromo convencieron a del Río de que, efectivamente, su nuevo mineral no contenía un elemento nuevo.

La segunda muestra de mineral se quedó en el museo hasta que el químico alemán Friedrich Wöhler (1800-1882) comenzó a trabajar en ella y se dio cuenta que las propiedades del metal que contenía no eran iguales a las del cromo. Desafortunadamente Wöhler se intoxicó con vapores de fluoruro de hidrógeno y dejó de trabajar en su laboratorio por varios meses. Mientras tanto Nils Gabriel Seftröm (1787-1845), un profesor de química en la Escuela de Minas de Falun, Suecia, trabajaba en un polvo negro obtenido a partir del hierro de la región y en 1830 se dio cuenta de que podría ser un nuevo elemento. Continuó sus estudios en el laboratorio de su asesor Jöns Jakob Berzelius (1779-1848) en Estocolmo. En 1831 Seftröm aisló el óxido del nuevo elemento que llamó primero odinio, en honor al dios nórdico del viento, Odín, pero por sugerencia de Berzelius decidió cambiarlo por vanadio, en honor a la diosa Vanadis, la esposa de Odín y símbolo de la belleza y del color. Whöler se enteró del descubrimiento del vanadio y le mandó una muestra del óxido a Berzelius, reconociendo que del Río había descubierto el vanadio 30 años atrás.

### La teoría atómica

Mientras tanto, en Inglaterra, un humilde profesor de Manchester llamado John Dalton (1766-1844), trabajaba en estudios de meteorología, lo cual le hizo interesarse en las propiedades de los gases, como su expansión y su solubilidad en agua. Precisamente el análisis de la solubilidad de los gases lo convenció de que ésta dependía del tamaño de las partículas últimas que componían los gases. En un artículo leído el 21 de octubre de 1803 Dalton anunció su teoría atómica en una manera que le hubiera fascinado a Pierre Fermat:

*Una investigación de los pesos relativos de las partículas últimas de los cuerpos es un tema, hasta donde sé, completamente nuevo; últimamente he estado trabajando en esta investigación con un éxito extraordinario. El principio no puede ser ingresado en este artículo, pero anexaré los resultados, hasta donde parecen ser confirmados por mis experimentos.*

Aparentemente tampoco tenía suficiente espacio en el artículo para poner la prueba de sus experimentos, pero en este caso sólo hubo que esperar 5 años, pues su teoría atómica fue publicada en su libro *Un Nuevo Sistema de Filosofía Química*, en 1808. La teoría atómica de Dalton no fue la primera. Recordemos que empezó con Leucipo y Demócrito, e incluso el químico inglés William Higgins lo acusó de plagiar sus ideas; sin embargo, la teoría de Dalton fue la más correcta y la única que proponía que la diferencia entre los átomos de diferentes elementos era el peso. De acuerdo a Dalton, todas las sustancias están hechas de átomos, los átomos de un elemento son todos idénticos y diferentes de los de los otros elementos, los átomos no se pueden crear ni destruir, los átomos se combinan en proporciones simples para formar compuestos y en una reacción química los átomos se combinan, separan o rearreglan. El problema es que Dalton no tenía manera de saber en qué proporciones se combinaban los elementos, así que propuso que los átomos se combinarían en las proporciones más simples, lo cual no siempre era cierto y varios de sus pesos estaban equivocados. La nomenclatura aún no era la que usamos hoy. Dalton llamaba átomos simples a los de los elementos, pues creía que los elementos estaban como átomos individuales, y llamaba átomos compuestos a las moléculas, figura 2.

Precisamente por no saber las proporciones en los que los átomos se combinaban era que se volvía complejo aplicar la teoría atómica para calcular las fórmulas y los pesos atómicos. Los estudios de Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) dieron una pista importante en 1809 al determinar que las proporciones en las que reaccionan varios gases siempre son números enteros y pequeños, como cuando dos volúmenes de hidrógeno se combinan con un volumen de oxígeno para dar dos volúmenes de agua. La idea más importante para el cálculo de los pesos atómicos la dio el italiano Amedeo Carlo Avogadro (1776-1856), quien publicó un artículo en 1811 postulando que todo tiene sentido si se considera que volúmenes iguales de todos los gases contienen igual número de moléculas y que el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno no son átomos aislados, sino moléculas diatómicas. Una idea brillante pues entonces tan sólo habría que medir las densidades de los gases para saber los pesos relativos, pero nadie prestó atención a esta hipótesis. Además, la teoría de los gases decía que los átomos iguales se repelían, por lo que creían imposible que dos átomos iguales de oxígeno se unieran para hacer una molécula diatómica.

## Nuestros socios distinguidos: El Dr. Federico García Jiménez y la Mtra. Yolanda Josefina Castells García



De izq. a der. según anotación original al reverso: IQ. J. Antonio Mestas de la Universidad de Guadalajara; desconocido de la Universidad de Mérida Yucatán; Jesús Romo Armería; Mtra. Yolanda Castells; Dr. Federico García Jiménez; Dr. Jacobo Gómez Lara. Congreso Mexicano de Química 1967, Monterrey, Nuevo León.

El Dr. Federico García Jiménez obtuvo la licenciatura en 1961 en la entonces Escuela Nacional de Ciencias Químicas de la UNAM y el doctorado en Ciencias (Química) en 1965 en la Facultad de Ciencias de la misma universidad. Cursó estudios posdoctorales en la Universidad de Glasgow, Escocia, G.B en 1971-1972 y en la Universidad de British Columbia, Canadá en 1979-1980.

Su trabajo se centra en el estudio de la fotosíntesis, en particular los aspectos del efecto de los carotenos y sus funciones. Ha investigado colorantes vegetales como la capsantina y la capsorruvina así como la luteína y zeaxantina, su biosíntesis y los órganos celulares involucrados; también la localización de los órganos en donde se sintetiza y almacena la capsaicina mediante técnicas de microscopía de resolución atómica y molecular.

Ha obtenido el Premio Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos que otorga CONACYT y Coca-cola en 1987; el Premio Nacional de Química Andrés Manuel del Río en investigación en 1987; el Premio Martín de la Cruz del Consejo de Salubridad General de los Estados Unidos Mexicanos en 1991 y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II desde 1984

El Dr. García Jiménez es miembro del Consejo Consultivo de la Sociedad Química de México. Fungió como Presidente Nacional de la misma en el periodo 1996-1997 y ha sido editor de la Revista de la Sociedad Química de México (hoy Journal of the Mexican Chemical Society). Formó parte del comité organizador del Congreso Mexicano de Química de 1996 realizado en

Guanajuato, el Congreso Químico del Continente de América del Norte en 1997 llevado a cabo en Cancún, Quintana Roo; contando con la participación de investigadores de 47 países diferentes y; del 1er Congreso Nacional Estudiantil de Química en Cholula, Puebla, realizado en 1997.

La Mtra. Yolanda Josefina Castells García (†) cursó la licenciatura en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México en cuya universidad también estudió la maestría en Ingeniería Ambiental, pero, en la Facultad de Ingeniería.

Se desempeñó como profesora titular "C" de tiempo completo en la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM y de asignatura en la Facultad de Química haciéndose acreedora del estímulo PRIDE nivel B. En su larga trayectoria participó en diferentes revisiones técnicas de libros y en la publicación de otros tantos dedicados principalmente al aprendizaje de la química.

Como parte de su labor docente, fue pionera en la enseñanza de la Química para personas con discapacidad visual, y participó anualmente en programas académicos institucionales, como: Jóvenes hacia la Investigación, Programa Honorífico de Excelencia, Programa de Tutorías y Programa de Estancias Cortas de la Facultad de Química de la UNAM entre otras numerosas actividades.

Fue acreedora a diversas distinciones, como el Reconocimiento al Mérito Universitario, el Reconocimiento de la Asociación de Egresados de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), así como los diplomas por sus 30, 35, 40, 45 y 50 años de servicio docente en la UNAM. De igual forma, en 2016, fue distinguida con el Reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz otorgado por la UNAM y el Premio Universidad Nacional 2018, en el área de Docencia en Educación Media Superior (Ciencias exactas y naturales).

### Una pareja que inspira

El Dr. García Jiménez y la Mtra. Yolanda Josefina Castells compartieron su pasión por la química como miembros de la Sociedad Química de México desde los primeros años de su vida profesional, acompañando a la SQM en sus diferentes congresos nacionales y siendo piezas fundamentales para que la Sociedad pudiera adquirir un edificio propio en el que, además de contar con la infraestructura necesaria para el trabajo administrativo diario, se realizara la logística de su revista (*J. Mex. Chem. Soc.*) y la organización de los congresos anuales, así como ser el espacio idóneo para realizar cursos y seminarios, convirtiéndose de esta manera en un hito de identidad para los miembros de la SQM.

# Regaderas de Emergencia



Lugar de Trabajo



Todos los usuarios de laboratorio deben conocer la ubicación (señalizada) y el funcionamiento correcto.

Los accesos y el área de la regadera deben estar totalmente libres.

Las regaderas de emergencia deben ubicarse a no más de 16 m (55 ft) de distancia del área de trabajo o de riesgo.

Es importante verificar el correcto funcionamiento de regaderas mensualmente: accionarlas por varios minutos, lo que además remueve el agua estancada en la tubería.

Se recomienda llevar un registro de verificación de funcionamiento.

Aunque hay varios modelos de regaderas de emergencia, en general, están diseñadas para que se accionen muy fácilmente, jalando alguna palanca. En algunos casos, puede contarse con una estación para lavado de ojos en el mismo sistema.

Cuando alguien se salpique de alguna sustancia, cuyo contacto involucre algún riesgo a la salud, o ésta se derrame y moje las ropas de uno, o bien haya fuego sobre alguna persona, es imprescindible utilizar la regadera: remover la ropa con residuos de sustancias y lavar la zona afectada con agua durante mínimo 15 minutos. Se recomienda remover toda la ropa, si no se está seguro de la extensión de la salpicadura sobre la ropa. Después, acudir al médico para revisión.

En el caso de fuego, si la regadera queda muy lejos, no es recomendable correr, pues esto puede avivar el fuego. Primero se apagará el fuego utilizando una bata de laboratorio o una manta antifuego, pero luego se aplicará agua sobre la zona afectada bajo la regadera (ya que los tejidos pueden seguir dañándose por las altas temperaturas en la zona quemada) durante 15 minutos mínimo. Nunca trates de apagar el fuego sobre alguien con un extintor, ya que las sustancias de estos pueden complicar las heridas y además hay riesgo de inhalarlas.

Cuando ocurra una salpicadura de sustancia(s) sobre los ojos, se recomienda utilizar una estación de lavado de ojos (mínimo 15 minutos), ya que la presión del chorro de agua es menor que la presión de la regadera de emergencia. En el siguiente número de esta revista se incluirá una infografía sobre las estaciones de lavado de ojos.



Diseño de pictogramas de esta sección: Carlos Rivera Vega

\*Puedes encontrar información útil en:  
- Safety Showers and Eye Washes in the Laboratory - V0002039EL.  
Youtube, Canal nrscsafetyvideos, <https://www.youtube.com/watch?v=2TbTZlPmZvo>, publicado 14 enero 2015, marzo de 2019.



# 38º Congreso Nacional de Educación Química 54º Congreso Mexicano de Química y Expoquímica 2019

Del 30 de septiembre al 3 de octubre

Complejo Cultural Universitario, BUAP  
Pue., Puebla, México.

## Conferencias Magistrales



**James Fraser Stoddart**  
Premio Nobel de Química, 2016.  
Universidad de Northwestern.



**Avelino Corma Canós**  
Premio Príncipe de Asturias de  
Investigación, 2014.  
Universidad Politécnica de Valencia.



**Eric R. Scerri**  
Universidad de California  
Experto de la historia y la filosofía de la  
Tabla Periódica y de la educación química.



**Mildred Quintana Ruiz**  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí.  
Cátedra Moshinsky y Premio de Ciencias de  
la AMC, 2018.



**Bo Wang**  
Co-Founder ZeoVation Inc.



**Conferencias del Premio Nacional de  
Química "Andrés Manuel del Río", 2019**



**Conferencias de los Premios a las  
Mejores Tesis de Licenciatura, Maestría y  
Doctorado en Ciencias Químicas "Rafael  
Illescas Frisbie", 2019.**

**Concurso Nacional de Carteles  
Estudiantiles nivel Licenciatura.**

**Presentación de trabajos en  
modalidad Oral y cartel.**

**Festival de Química.**



## Simposios

- 1 "Educación" Coordina: Mariana Muñoz Galván, Instituto de Educación Media Superior de la Ciudad de México, Plantel Iztapalapa.
- 2 "Química Inorgánica", Coordina: Dr. Ilich A. Ibarra Alvarado, IIM-UNAM.
- 3 "Versatilidad de Metalofármacos", Coordina: Dra. Lena Ruiz Azuara, FQ-UNAM.
- 4 "Química Orgánica", Coordina: Dr. Fernando Sartillo Piscil, FCQ-BUAP.
- 5 "Catálisis", Coordina: Dr. Rodolfo Zanella Specia, ICAT-UNAM.

## Cursos

- 1 "Análisis secuencial automatizado de dureza, alcalinidad, pH, conductividad e iones mayoritarios en agua por titulación y cromatografía iónica combinadas", Metrohm México.
- 2 "Química Forense", Dra. María E. Bravo-Gómez, Jefa de la Unidad de Investigación de la Licenciatura en Ciencia Forense, FM-UNAM.
- 3 "Cromatografía-Espectrometría", Instrumentos Y Equipos Falcon S.A. de C.V.
- 4 "Obtención de información química usando patentes", Dr. Carlos A. Rius Alonso, FQ-UNAM.
- 5 "Blended Learning como estrategia didáctica en clases presenciales", Dr. Miguel Á. López Carrasco, Asesor académico de la Dirección General de Innovación Educativa, BUAP.

## Talleres

- 1 Facultad de Ciencias Químicas-BUAP.
- 2 CAS-Hispanoamérica.
- 3 Dra. Edith Zárate, Psicofarma.

Los interesados podrán asistir a los congresos en dos categorías:

1. **Ponentes:** personas que participan en las actividades del congreso y presentan uno o más trabajos en modalidad oral y/o cartel.
2. **Asistente:** personas que participan en las actividades del congreso, se distinguen por no presentar trabajos ninguna modalidad.

**Consulta la convocatoria y la fecha límite de recepción de trabajos en**

www.sqm.org.mx | congresos@sqm.org.mx  
tel.+52 55 56626823

