



*Boletín de la Sociedad Química de México*

Volumen 17  
Número 1  
Año 2023  
Enero - Abril



*Real Seminario de Minería  
donde se encontraba el laboratorio de Andrés Manuel del Río*



## EDITORES

Dra. Mariana Ortiz Reynoso

## COMITÉ EDITORIAL

Dra. Catalina Pérez Berumen

Dra. Liliana Schifter Aceves

Dra. Miriam Verónica Flores Merino

Mtra. Itzayana Pérez Álvarez

Mtra. Edna Teresa Alcántara Fierro

Dr. Miguel Ángel Méndez Rojas

Dr. Gonzalo Martínez Barrera

Dr. Joaquín Barroso Flores

Dr. Marcos Hernández Rodríguez

D. Rogelio Godínez Reséndiz

Dr. Rubén Vásquez Medrano

Mtra. Carmen Doria Serrano



## MAQUETACIÓN

Estefanie Luz Ramírez Cruz

es.ramirezacruz@gmail.com

## CONTACTO BSQM

boletin.sqm@gmail.com

Sociedad Química de México, A.C.

**EN PORTADA:** Real Seminario de Miería en Guatemala 90, Ciudad de México. Actualmente se propone como sede del Museo del Vanadio ya que en este lugar se encuentra lo que fue el *elaboratorio* original de Andrés Manuel del Río. Fotografía de Solo Karla Ontiveros. Para saber más, ver pág.27.

## DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS

El Boletín de la Sociedad Química de México, año 17, número 1, enero-abril de 2023, es una publicación cuatrimestral, enero-abril 2023, editada por la Sociedad Química de México, A.C., Barranca del Muerto 26, Col. Crédito del Constructor, Alc. Benito Juárez, 03940, Ciudad de México, Tel. 55 56 62-68 37. <http://bsqm.org.mx/>, boletin.sqm@gmail.com. Editores responsables Mariana Ortiz / Electrónico: Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2017-063013203100-203, ISSN-e: 2594-1038, ambos otorgados por Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número Estefanie Ramírez, Fecha de última modificación: 30 de marzo de 2023.

## Nota editorial

Hoy publicamos el primer ejemplar del volumen 17 del Boletín de la Sociedad Química de México, el primero del año 2023. En la sección Química Hoy encontrarán el mensaje de bienvenida del año del presidente de la Sociedad, el Dr. Gabriel Eduardo Cuevas González-Bravo. Violeta Múgica, Marina Morales y Rosa María Catalá escriben acerca de los festivales de Química que se llevaron a cabo en la Universidad Autónoma de Yucatán en el marco de los proyectos de divulgación de la ciencia de la SQM.

En la sección Química, Desarrollo y Sociedad publicamos al fin el espléndido artículo del Dr. Plinio Soza Fernández titulado "Los ocho elementos de la mina de Ytterby", el yacimiento sueco en el que se ha descubierto el mayor número de elementos químicos en un solo lugar: Y<sup>39</sup>, Gd<sup>64</sup>, Tb<sup>65</sup>, Ho<sup>67</sup>, Er<sup>68</sup>, Tm<sup>69</sup>, Yb<sup>70</sup> y Lu<sup>71</sup>... ¿te sabes todos los nombres? El texto explica las técnicas de las que se ha echado mano para descubrir elementos químicos, incluye datos históricos interesantísimos y, además, nos trae al presente con las aplicaciones actuales de estos ocho elementos.

Encontrarán una investigación original sobre educación química que resume el estudio piloto que como tesis de la licenciatura en Química Farmacéutica Biológica presentó Nora Daniela Arana Espiridion. El trabajo presenta una propuesta para la evaluación exploratoria de cuatro habilidades socioemocionales: autoconocimiento, autoestima, autorregulación y autogestión. Las también llamadas "habilidades blandas" determinan en muchos casos el éxito académico, laboral y personal de los seres humanos porque inciden en las relaciones con uno mismo y con otras personas. Como imaginarás, el conocimiento y el entrenamiento de las habilidades socioemocionales conducen a una toma de decisiones más adecuada en diversos ámbitos.

Por último, quiero compartirles que la SQM está de plácemes por la publicación de un nuevo libro, uno tiene historia. Ahí les va: hasta hace muy poco, se tenía conocimiento de que la primera edición del libro de texto *Introducción al Estudio de la Química* del ilustre médico, farmacéutico y químico Leopoldo Río de la Loza fue publicada en México en 1849; sin embargo, no se había conocido ni un solo ejemplar. En el 2022 se localizó un espécimen original en la Biblioteca Nacional de España. Por ese motivo se publica ahora la edición facsimilar de este libro con enorme valor histórico, que incluye un estudio introductorio de Mariana Ortiz Reynoso y Gabriel Cuevas González-Bravo, y una foto inédita del Dr. Leopoldo Río de la Loza donada por el Dr. Fernando Río de la Loza, descendiente de don Leopoldo. ¡puedes solicitarlo a los teléfonos de la SQM para que seas parte de esta historia!

Espero que este número que hemos preparado con esmero sea de su agrado.

**Dra. en F. y T.F. Mariana Ortiz Reynoso**  
Editora en Jefe  
Boletín de la Sociedad Química de México

# CONTENIDO



## **QUÍMICA Hoy**

Mensaje de Bienvenida del Presidente Nacional de la Sociedad Química de México, A. C. 2023 <i>Dr. Gabriel Eduardo Cuevas González-Bravo</i>	4
Ganadores del Premio a las Mejores Tesis de Licenciatura, Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas "Rafael Illescas Frisbie" edición 2022	5
Ganadores del Premio Nacional de Química "Andrés Manuel del Río" edición 2022	5
Premio a la Mejor Tesis de Maestría en Ciencias Químicas "Rafael Illescas Frisbie", edición 2022 M.C. Francisca Johana Aguilar Costilla	6
Premio a la Mejor Tesis de Doctorado en Ciencias Químicas "Rafael Illescas Frisbie", edición 2022 Dr. José Abraham Colin Molina	7
Los festivales de la Química de la SQM en 2022: la divulgación de la ciencia en su máxima expresión Universidad Autónoma de Yucatán <i>Violeta Múgica, Marina Morales y Rosa María Catalá</i>	8
Toma de Protesta de la Sección Estudiantil de la Sociedad Química de México de la Universidad Autónoma de Yucatán <i>Adriana Vázquez Aguirre</i>	10

## **QUÍMICA, DESARROLLO Y SOCIEDAD**

Los ocho elementos de la mina de Ytterby <i>Plinio Sosa Fernández</i>	12
Habilidades socioemocionales en los alumnos de la Facultad de Química UAEMéx. Estudio Piloto <i>Nora Daniela Arana Espiridion, Martha Díaz Flores, Mariana Ortiz Reynoso</i>	16
Convocatorias SQM 2023	23
Expoquímica 2023	24

## **QUÍMICA PARA LOS ESTUDIANTES**

La experimentación en el laboratorio de Andrés Manuel del Río en la Ciudad de México: develando al vanadio <i>Mariana Ortiz Reynoso, Gabriel Eduardo Cuevas Gonzalez-Bravo</i>	27
---	----

## Mensaje de Bienvenida del Presidente Nacional de la Sociedad Química de México, A.C. 2023

Se inicia 2023 y con él, retomamos con ánimos renovados las actividades de la Sociedad Química de México, una asociación que acoge en su seno a toda persona interesada en el desarrollo, enseñanza, difusión y divulgación de la química con énfasis en los desarrollos mexicanos. Te invito a que te sumes a este gran esfuerzo con base en nuestros logros recientes, como que el índice de impacto de nuestra revista *Journal of the Mexican Chemical Society* se ha incrementado, alcanzando su valor más alto en su historia. También hemos disminuido el tiempo que requerimos para dar una respuesta editorial, que compite a nivel internacional. Otro logro extraordinario es que, durante el año pasado, atendimos a 5,200 personas en nuestros festivales de Química. Previo al evento los miembros distinguidos de la Comisión de Educación instruyen a los miembros de las Secciones Estudiantiles y les capacitan como monitores para desarrollar adecuadamente las actividades. Con su apoyo, los asistentes transitan entre los cubos de la Tabla Periódica Monumental en donde se describen las propiedades fisicoquímicas de cada uno de los 118 elementos. Además, participan en los diferentes juegos didácticos y realizan experimentos con los que se demuestran diversos principios fundamentales de la química y se sorprenden con los cambios de color y temperatura que sufren los diferentes compuestos.

La virtualidad tiene ventajas inobjetables, permite que nuestros eventos lleguen a todo el país, dándole sentido nacional a la Sociedad. Además, los videos obtenidos de los diferentes eventos permanecen indefinidamente en la red, por lo que pueden ser consultadas durante más tiempo. Asimismo, para quien cuenta con una computadora y conexión a internet, el costo es mínimo. Por otro lado, la presencialidad cuenta con la riqueza de la comunicación directa, la respuesta espontánea, la comunicación no verbal y la transmisión viva de la emotividad. La interacción entre personas y el ambiente en el que se desarrollan los eventos, ¿lograrán vencer los costos? Dejémoslo a que el tiempo nos de la respuesta. Este año nuestros congresos se desarrollarán en formato híbrido esperando que la presencialidad domine.

La Tabla Periódica Monumental recorrió los estados de Tlaxcala, Estado de México, Yucatán y Ciudad de México de la mano de las diferentes secciones estudiantiles. Para el evento en la Universidad Autónoma de Yucatán se realizó una nueva tabla, que hoy radica en esa universidad a cargo de su sección estudiantil y que recorrerá la península; Tabasco y Chiapas generan nuevas secciones estudiantiles impulsoras de la Química; el Congreso de Educación Química se realizó en Ixtapa pudiéndose desarrollar un festival ahí, con una respuesta extraordinaria. Esta se podría instituir en una política, de modo que las sedes de congreso generen nuevos vínculos con la Sociedad. Este año, de contar con los fondos necesarios, podríamos sumar una tabla periódica dedicada para circular en el norte del país. Estas actividades se acompañan de material didáctico cuyo costo la Sociedad debe cubrir, tablas periódicas y textos impresos, reactivos, y artículos promocionales de la misma.

Disponible para todo el público en las plataformas electrónicas de que disponemos en la Sociedad Química de México. se encuentra la tabla periódica digital, (<https://sqm.org.mx/tabla-periodica-digital/>). Impulsemos a que sea un medio didáctico usado en todo el país para disponer de datos seguros y verificados de los elementos químicos. Como toda primera edición puede tener algún error, si lo detectas háznoslo saber.

Si bien es cierto, contaremos este año con el apoyo del proyecto financiado por el Conachy (Química para la sociedad mexicana. Promoción, difusión y divulgación de sus conocimientos para la vida cotidiana), lo que agradecemos profundamente, para lograr todo esto, que en verdad es mucho, es sólo tu colaboración desinteresada, expresada a través de tu afiliación a la Sociedad Química de México el medio para conseguirlo.

Hace un año pedíamos a la comunidad confiar y participar en la Sociedad Química de México, hemos demostrado que es posible, partiendo de la situación de crisis en la que nos encontrábamos hace dos años, restableciendo la función social de nuestra asociación. ¡Apóyanos! los resultados son muy satisfactorios. Participa, porque sólo con tu presencia nuestro trabajo tiene sentido.

Agradezco a los miembros de la Sociedad involucrados en sus actividades, por su apoyo, tiempo, talento e inteligencia puesta al servicio de la comunidad de la Química mexicana porque aquí, todos, obsequiamos nuestro trabajo.

La Química nos une.

Gabriel Cuevas

**Premio a las Mejores Tesis de  
Licenciatura, Maestría y Doctorado  
en Ciencias Químicas  
"Rafael Illescas Frisbie"  
edición 2022**

El pasado 10 de agosto de 2022 se realizó la reunión del Jurado resultando ganadores:

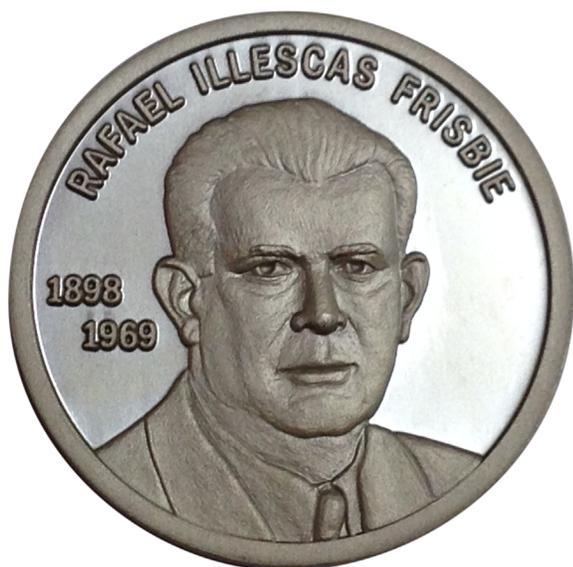
**Doctorado:** Hacia la construcción de máquinas moleculares basadas en derivados de carbazol: relación entre la estructura cristalina y el movimiento rotacional intramolecular.

Tesis presentada por el Dr. José Abraham Colin Molina en el Instituto de Química de la UNAM, bajo la dirección del Dr. Braulio Rodríguez Molina.

**Maestría:** Síntesis y reacciones de azidas aromáticas fluoradas y/o nitradas.

Tesis presentada por la M.C. Francisca Johana Aguilar Costilla en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, bajo la dirección de la Dra. Elisa Leyva Ramos y la participación del Dr. Antonio Martínez Richa y la Dra. Silvia Elena Loredó Carrillo como co-asesores.

**Licenciatura.-** Desierto.



El 8 y 10 de agosto de 2022 se llevaron a cabo las reuniones de los Jurados del Premio Nacional de Química "Andrés Manuel del Río" para designar a los ganadores de las categorías de Investigación y Desarrollo tecnológico en la primera; y de Docencia en la segunda sesión.

Después de una cuidadosa deliberación se seleccionaron a los siguientes ganadores.

**Investigación.-** Desierto.

**Desarrollo tecnológico.-**

Dra. María de la Luz Zambrano Zaragoza  
FES-Cuautitlán, UNAM.

**Docencia Nivel Básico (Secundaria).-**

M. en C. María Eugenia Colsa Gómez  
Colegio Madrid, A.C.

**Docencia Nivel Medio Superior.-**

M. en D. César Robles Haro  
Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades,  
plantel Azcapotzalco, UNAM

**Docencia Superior.-**

Dr. Miguel Ángel Méndez-Rojas  
Escuela de Ciencias de la  
Universidad de las Américas Puebla (UDLAP)

La Sociedad Química de México A.C., les felicita y desea que su trabajo siga rindiendo frutos para beneficio de las Ciencias Químicas en nuestro país.

# Premio a la Mejor Tesis de Maestría en Ciencias Químicas "Rafael Illescas Frisbie", edición 2022 M.C. Francisca Johana Aguilar Costilla



M.C. Francisca Johana Aguilar Costilla, ganadora del Premio a la Mejor Tesis de Maestría "Rafael Illescas Frisbie" Edición 2022.

Originaria del municipio de Moctezuma, San Luis Potosí, estudió la licenciatura en química en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, obteniendo el mejor promedio de aprovechamiento de la generación 2014-2018 y titulándose con mención honorífica.

Posteriormente realizó sus estudios de maestría en la misma Universidad, desarrollando el proyecto titulado "Síntesis y reacciones de azidas aromáticas fluoradas y/o nitradas", el cual fue asesorado por la Dra. Elisa Leyva Ramos y co-asesorado por el Dr. Antonio Martínez Richa.

Actualmente es estudiante del Doctorado en Ciencias Químicas en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y es profesora-hora clase en la misma institución.

Cuenta con varias publicaciones en la colección de memorias de los congresos de la Sociedad Química de México, en la revista Latinoamericana de Química y en las memorias de la Academia Mexicana de Química Orgánica. Así mismo, ha publicado dos artículos científicos en revistas indexadas.

La tesis por la que fue acreedora al Premio a las Mejores Tesis de Maestría "Rafael Illescas Frisbie" edición 2022 se titula "Síntesis y reacciones de azidas aromáticas fluoradas y/o nitradas" y se presenta a continuación su resumen.

Las azidas aromáticas son compuestos ampliamente utilizados en el marcaje por fotoafinidad (técnica empleada en el diagnóstico y terapia contra el cáncer), en la química de materiales y en la síntesis de compuestos heterocíclicos con actividad biológica, como triazoles, azepinas y benzofuroxanos.

En este trabajo se presentó la síntesis de varias azidas aromáticas mononitradas, dinitradas, trifluoradas y tetrafluoradas, empleando tres metodologías: i) mediante calentamiento convencional, ii) con calentamiento en presencia del tetrafluoroborato de tetraetilamonio, el cual funciona como un catalizador de transferencia de fase (CTF) y iii) utilizando una fuente de energía alterna como irradiación de microondas.

La síntesis se llevó a cabo por una Sustitución Nucleofílica Aromática (S<sub>N</sub>Ar), a partir de azida de sodio y bencenos con un grupo electroattractor, sustituidos con un halógeno en posición orto y/o meta. En presencia del CTF esta reacción se vio favorecida, disminuyendo los tiempos de reacción y mejorando los rendimientos. En este trabajo se pudo demostrar el efecto catalítico del tetrafluoroborato de tetraetilamonio, por lo que el CTF puede ser empleado en otras reacciones que involucren procesos heterogéneos para incrementar la velocidad de reacción.

También se llevó a cabo la síntesis de varias trifluorofenilazidas y tetrafluorofenilazidas. Se demostró que el tipo de productos que se obtienen depende de la cantidad de azida de sodio y de la fuerza del grupo electroattractor.

Los 1,2,3-triazoles fluorados son compuestos heterocíclicos de gran importancia, algunos de ellos actúan como agentes antifúngicos, antivirales, antibacterianos, anti-VIH, y vasorelajantes.

En este trabajo, se llevó a cabo la síntesis de nuevos 1,2,3-triazoles fluorados mediante una cicloadición 1,3-dipolar de una azida aromática y un alquino terminal, utilizando Cu(I) como catalizador. La metodología empleada entra en el concepto de química "click", ya que conduce a la generación de un solo producto, es fácil de llevar a cabo desde el punto de vista experimental y la purificación del producto resulta relativamente sencilla.

# Premio a la Mejor Tesis de Doctorado en Ciencias Químicas "Rafael Illescas Frisbie", edición 2022 Dr. José Abraham Colin Molina

El Dr. José Abraham Colin Molina estudió la licenciatura en Química en la Universidad Autónoma del Estado de México defendiendo su tesis en síntesis orgánica en 2014 bajo la dirección del Dr. David Corona Becerril. Posteriormente realizó sus estudios de Maestría y Doctorado en Ciencias en el Instituto de Química de la UNAM, trabajando en química del estado sólido bajo la supervisión del Dr. Braulio Rodríguez Molina obteniendo ambos grados con Mención Honorífica en 2016 y 2021 respectivamente. En 2019 fue galardonado con la Medalla Anual al Mérito Universitario "Alfonso Caso" por haber sido el graduado más distinguido en 2016 del programa de Ciencias Químicas de la UNAM. Cuenta con 14 publicaciones en revistas indexadas y un capítulo de libro. Ha participado en congresos nacionales e internacionales presentando diversos aspectos de su investigación. Actualmente se encuentra realizando una estancia postdoctoral en el campo de la electrónica molecular en el Departamento de Ingeniería Química y Ciencia de Materiales de la Universidad de Minnesota, EUA.

La tesis por la que fue acreedora al Premio a las Mejores Tesis de Maestría "Rafael Illescas Frisbie" edición 2022 se titula "Hacia la construcción de máquinas moleculares basadas en derivados de carbazol: relación entre la estructura cristalina y el movimiento rotacional intramolecular" y su resumen se presenta a continuación.

La investigación reciente en el campo de los sólidos funcionales ha indicado que algunas propiedades emergentes de los cristales muestran una relación sinérgica con el movimiento de sus moléculas; por lo cual, resulta imperativo abordar el estudio de este último. El conocimiento generado en el campo de las máquinas moleculares en estado sólido sugiere que existen requerimientos estructurales que se deben cumplir para observar movimiento molecular de alta frecuencia, por lo que también han sido llamados cristales amfidinámicos. La esencia del presente trabajo fue demostrar como el uso de algunos derivados de carbazol puede dar lugar al ensamblaje de máquinas moleculares con movimientos rotacionales altamente eficientes.

Para evidenciar nuestras ideas, se prepararon diferentes rotores moleculares covalentemente unidos con átomos de halógeno en la periferia y otros con fragmentos alifáticos en la estructura de carbazol. El primer grupo de rotores permitió demostrar que la posición del halógeno es relevante para generar diferentes interacciones intermoleculares dentro del cristal, lo cual resultó en un cambio de la dinámica intramolecular. Los resultados obtenidos se publicaron en la revista insignia de la Royal Society of Chemistry, *Chemical Science*, **2019**, *10*, 4422 (F.I. 9.97). La segunda idea demostró que los movimientos vibracionales y conformacionales tienen el alcance de activar y modular el movimiento rotacional en cristales y más aún, se comprobó la coexistencia de movimiento molecular y fluorescencia en el estado sólido, los detalles de estos estudios se reportaron en la revista especializada *CrystEngComm*, **2020**, *22*, 3789 (F.I. 3.84).

Posteriormente, se prepararon una serie de rotores supramoleculares cristalinos ensamblados por enlaces de



Dr. José Abraham Colin Molina, ganador del Premio a la Mejor Tesis de Doctorado "Rafael Illescas Frisbie" Edición 2022.

hidrógeno. El primero se reportó en la prestigiosa revista *Matter*, **2019**, *1*, 1033 (F.I. 19.96), ya que mostró un cambio macroscópico muy notorio alrededor de 40 °C, con una inesperada transducción de energía térmica en energía mecánica (efecto termosaltante o de *cristales saltarines*), siendo uno de los primeros ejemplos donde se reporta movimiento a escala molecular y macroscópica. Es importante notar que este trabajo fue resaltado por el Prof. Sir Fraser Stoddart, Premio Nobel de Química 2016 como el futuro de las máquinas cristalinas. Con la intención de explorar el alcance de nuestro diseño molecular investigado anteriormente, se prepararon análogos con átomos de halógeno en su periferia, resultando en sólidos con frecuencias de rotación récord reportadas en la literatura (1.4 THz y 0.76 THz a temperatura ambiente) e inusuales cambios estructurales. Los hallazgos anteriores fueron reportados en la prestigiosa revista *Chem. Eur. J.*, **2020**, *26*, 11727 (F.I. 5.02), el cual que fue seleccionado como "HOT PAPER".

Finalmente, con todo el conocimiento adquirido a partir de los cristales moleculares reportados, se diseñó un par de rotores multicomponente con los cuales se demostró la viabilidad de preparación de materiales cristalinos con dos componentes móviles ultrarrápidos. Esta última aportación fue publicada en la revista más importante del área *Cryst Growth Des.* **2022**, *22*, 673 (F.I. 4.05). En su conjunto, los resultados de esta tesis demuestran que la ciencia realizada en México puede ser de vanguardia y que es atractiva para grupos de investigación en el extranjero. Se considera que los cristales con movimiento molecular serán clave en el diseño de sólidos con aplicaciones tecnológicas en el futuro, por lo que se espera que esta tesis contribuya en el entendimiento de la relación entre estructura cristalina y movimiento intramolecular.

# Los festivales de la Química de la SQM en 2022: la divulgación de la ciencia en su máxima expresión Universidad Autónoma de Yucatán

*Violeta Múgica<sup>1</sup>, Marina Morales<sup>1</sup> y Rosa María Catalá<sup>1</sup>*



Tabla Periódica Monumental en el patio central de la Facultad de Química de la UADY en Mérida, Yucatán.

Con el montaje de la Tabla Periódica Monumental y la organización de espacios para juegos y talleres por medio del Festival de la Química, lugares como la Plaza de la Autonomía de la Universidad de Tlaxcala, el Parque Fundadores en Toluca o el patio central de la Facultad de Química de la UADY en Mérida, se llenaron de color, ciencia y juventud a lo largo de diferentes semanas en abril, septiembre y diciembre de 2022.

La nueva etapa del Festival de la Química de la Sociedad Química de México (SQM) representa uno de los productos de divulgación de la química más importantes de la sociedad desde el año pasado. Se trata de un esfuerzo compartido entre la comisión de educación y divulgación de la SQM y sus secciones estudiantiles, en colaboración con autoridades educativas y de gobierno de las ciudades (con un total de siete comunidades atendidas en 2022) donde se organizan estos eventos.

A lo largo de las semanas en las que tuvimos el privilegio de convivir con estudiantes universitarios monitoreando las actividades de la visita a la exposición de la Tabla Periódica Monumental, como los experimentos y los juegos recreativos, sentimos gran emoción al ver que los esfuerzos de preparación de los materiales, los talleres de formación en línea y la compleja logística para hacer llegar todo el bagaje correctamente armado y a tiempo, abrieron la oportunidad a más de 5,000 asistentes de conocer más acerca de los elementos químicos y su importancia de manera lúdica y significativa.

## Una TPM y un festival actualizados: al ritmo de los nuevos tiempos

Por su gran atractivo visual e interés científico y divulgativo, la Tabla Periódica Monumental (TPM) fue el eje central de los eventos más importantes que tuvimos el año pasado. Su montaje se realizó con apoyo de estudiantes universitarios coordinados por los miembros de las secciones de diversas facultades de química. En esta ocasión el compromiso cumplido corrió a cargo de las secciones estudiantiles de Tlaxcala, Estado de México y Yucatán, quienes tuvieron un papel destacado en los recorridos que se realizaron con chicas y chicos de secundaria y bachillerato en sus comunidades.

La ciencia química se hizo también presente en gimnasios o espacios adaptados a través de experimentos -por ejemplo el popular “Mensaje secreto” (propiedades indicadoras ácido-base de la cúrcuma)-, que complementan de manera recreativa la experiencia de la visita. La fiesta siguió cada día a lo largo de las jornadas del Festival, con juegos de mesa y al aire libre. En todas las locaciones el juego de tarjetas “Cadena Química” y el tablero tipo serpientes y escaleras “aQuí en Mi Casa”, así como la divertida “Pasarela de los elementos”, lograron despertar un mayor interés en conocer las propiedades, usos y fuentes o impacto ambiental de numerosos elementos químicos, dado el espíritu de sana competencia que se desarrolla en cada uno de ellos.

## ¿Cómo se generaron estos fantásticos materiales?

El desarrollo de los materiales presentados en el Festival en la UATx fue posible gracias a los recursos otorgados por la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México, quien aprobó el proyecto SECTEI-278-2019 presentado por la Sociedad Química de México y denominado: “El desafío del desarrollo sostenible y cómo la química puede ayudar a resolverlo-Ciencia para la vida cotidiana”. En la generación de los materiales participamos varios miembros de la SQM a lo largo de 2020, que fue un año de trabajo a distancia en plena pandemia que, como se ve, ha rendido importantes frutos por la elaboración de dichos materiales. A lo largo de los meses en que colaboramos; coordinados por el entonces presidente de la SQM, el Dr. Ignacio González Martínez, los participantes volvimos a cobrar conciencia de que la tabla periódica es una de las herramientas más importantes y fascinantes en la historia de la química: todo ello desarrollado a través de siglos de trabajo para organizar y categorizar un sistema de información universal sobre los elementos químicos.

Finalmente, la inclusión de la aportación de los usos de cada elemento en el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), fue de gran interés para los estudiantes, tanto organizadores como asistentes. Hoy por hoy, resultan indispensables nuestra Tabla y Festival para situar en el centro de la Agenda 2030, los 17 objetivos más importantes de la humanidad en la actualidad: la acción por el clima, la erradicación de la pobreza, el alcance de la equidad y un desarrollo e innovación continuos que proporcionen bienestar a todos los seres humanos, empezando por nuestras propias casas, nuestras comunidades y nuestro país.

Cabe destacar que, a partir de mediados de 2022, gracias al apoyo del CONACYT con el proyecto 317612, la Tabla Periódica

<sup>1</sup>Comisión de Educación, Sociedad Química de México  
contenidosacademicos@sqm.org.mx

Monumental también se puede visualizar en dispositivos móviles digitales y computadoras en la página web de la SQM en el enlace: <https://sqm.org.mx/TPD-SQM>, la que será una herramienta de gran valor para su uso en escuelas y hogares, algo que generó gran entusiasmo entre los profesores de los grupos de estudiantes asistentes a los festivales.

Esperamos continuar con esta noble y creativa tarea, llevando más festivales a más ciudades de todo el país y tomando el ejemplo de la Universidad Autónoma de Yucatán, que ya cuenta con una Tabla Periódica Monumental para llevar la Química a ciudades y comunidades del sureste a partir de este año 2023.

Sobre los apoyos y los participantes en el desarrollo del proyecto

La Dra. Violeta Mugica Álvarez, la Mtra. Rosa Ma. Catalá Rodes y el Dr. Plinio Sosa Fernández son los autores que recopilaron durante más de un año la información contenida en la TPM. La Mtra. Guadalupe Gutiérrez Hernández se encargó de la corrección de estilo y en conjunto con los autores seleccionó de toda la información, la más relevante e interesante. El Diseñador Editorial Hugo Daniel Oblea Nolasco dibujó las ilustraciones e hizo el atractivo diseño de las distintas caras de los cubos utilizando la brillante paleta de colores de la Agenda 2030. El Diseñador Lázaro Corona, propuso los nuevos materiales para los cubos que ahora constan de una tela plastificada ligera y resistente a la intemperie, para colocarla en la estructura metálica desmontable.

### Juegos didácticos de la Tabla Periódica

La información contenida en los cubos de la TPM, se utilizó para diseñar dos juegos con los que niños y jóvenes puedan divertirse jugando de forma individual o en equipo, dependiendo del número de integrantes. Ambos juegos están basados en los elementos de la Tabla Periódica y su vinculación con los ODS; para poder jugar los participantes deben tener conocimientos sobre los elementos químicos.

### Cadena Química

Este juego tiene un total de 80 cartas que de un lado tienen el nombre y símbolo de un elemento químico y del otro lado los usos de dicho elemento. En el centro se coloca una carta y a cada jugador se le dan 7 cartas; el reto es deshacerse de ellas. El juego está diseñado para estudiantes de secundaria o bachillerato.

### Aquí en mi casa

En este juego los jugadores deben aplicar y sacar ventaja de sus conocimientos sobre las aplicaciones de los distintos elementos en materiales presentes en los hogares, así como de su procedencia, vinculándolos también con los ODS. Para este juego se diseñó un tablero con 38 casillas que presenta distintas secciones de una casa en el que hay claves sobre el uso de los elementos químicos, así como de los ODS. Los jugadores observan el tablero durante cinco minutos antes de comenzar el juego para encontrar las distintas claves. El objetivo es ir avanzando hasta llegar a la meta. El juego está diseñado para estudiantes de primaria o de secundaria.

Las autoras y diseñadoras de los juegos son la Mtra. Rosa Ma. Catalá, las Dra. Flor Reyes Cárdenas y la Dra. Margarita Palacios Arreola, quienes durante meses idearon y determinaron las reglas del juego y los materiales de los mismos. Las contribuciones de la Dra. Violeta Mugica Álvarez y el Dr. Plinio Sosa Fernández se relacionaron con el contenido de las tarjetas de la Tabla Periódica.

### Manual de Secuencias Didácticas Experimentales

El tercer material desarrollado por la SQM, que fue presentado en la Universidad de Tlaxcala, se elaboró con la intención de proveer a jóvenes estudiantes, profesores y ciudadanos con herramientas para realizar actividades experimentales de química, a partir de materiales y técnicas de química verde, para una sociedad sustentable y para coadyuvar en el cumplimiento de los ODS de la agenda 2030.

La intención es mostrar que con materiales sencillos y al alcance de todos, se puede aprender química de manera tan efectiva como

con reactivos químicos tradicionales de laboratorio, algo muy importante desde el punto de vista social, económico, ambiental, de riesgos de salud y por supuesto educativo. El Manual se ha diseñado para que cada experimento se realice en diferentes niveles escolares, niños de primaria, adolescentes o jóvenes de los niveles medio y medio superior. El Manual consta de cuatro secciones:

- “Presentación”. Dentro del contexto del proyecto y de los ODS. Se establece que todas las actividades que se presentan se concibieron desde la relevancia de la química en la sociedad. Se enfatiza que los profesores de ciencias naturales y de química deben aprender a mostrar una imagen más real, más contextualizada de la química, y al mismo tiempo, a superar algunas resistencias e incomprendiones hacia el papel de la química frente a los problemas del planeta, favoreciendo así el interés de los niños y jóvenes hacia esta ciencia y su estudio.
- “Generalidades de la Química Verde y sostenible”. La introducción destaca la importancia de la Química verde y sostenible como punto de partida para la elaboración del manual, en cuanto al uso de reactivos inocuos y la consideración de cero residuos dañinos al medio ambiente. Se incluye un apartado que explica la importancia de abordar cualquier trabajo de enseñanza de química experimental con estos enfoques, mismos que van de acuerdo con la narrativa y objetivo educativo del proyecto, así como la necesidad de seguir las recomendaciones de seguridad para la realización de las actividades. Esta explicación al inicio del manual, se dedica a los profesores o facilitadores de los experimentos, independientemente que se trate de niños de primaria o de adolescentes o jóvenes de los niveles medio y medio superior.
- “Las 5 E: Un modelo educativo constructivista centrado en el alumno”. Esta sección muestra la didáctica de la química y el aprendizaje basado en problemas como estrategias en las que se basa el manual. En esta sección, se explica con claridad el modelo instruccional detrás de cada uno de los experimentos presentados; así como, el valor de la parte experimental en cualquiera de las fases de una secuencia didáctica; relacionada con la versatilidad de esta estrategia para enganchar, explorar, explicar, elaborar y evaluar el aprendizaje de los alumnos, a lo largo de cualquier secuencia didáctica para el aprendizaje de las ciencias en general y, de la química en particular.
- En la última sección se presentan experimentos en su progresión primaria-secundaria-bachillerato. Se plantean actividades cortas a realizarse en ferias o festivales, donde el objetivo es despertar curiosidad y capturar la atención de los niños, desde el entorno de la divulgación científica. Las experiencias son cortas, llamativas y el propósito no es obligatoriamente que haya respuestas correctas o únicas de parte del público infantil o juvenil; sino más bien acercar a públicos de todas las edades alrededor de la ciencia y de la química en particular. En todos los casos se utilizan materiales sencillos, reciclables en la medida de lo posible, de bajo costo y de fácil obtención en un hogar-escuela mexicano promedio.

Las actividades del Manual se acompañan de tarjetas de experimentos o de actividades de ciencias que se distribuyen entre los usuarios en ferias y festivales de ciencia; o se reparten entre los asistentes; las 14 tarjetas que complementan la parte experimental son dirigidas a niños y jóvenes de primaria y secundaria para realizar actividades sencillas y lúdicas, ya sea en su casa o como pequeños proyectos escolares.

Las autoras de este Manual son la Mtra. Rosa Ma. Catalá, las Dra. Flor Reyes Cárdenas y la Dra. Margarita Palacios Arreola, quienes con ayuda de estudiantes de servicio social probaron los diferentes experimentos.

# Toma de Protesta de la Sección Estudiantil de la Sociedad Química de México de la Universidad Autónoma de Yucatán

Adriana Vázquez Aguirre\*

Para celebrar la constitución de la Sección Estudiantil de la Sociedad Química de México de la Universidad Autónoma de Yucatán (SESQMUADY), el pasado 5 de diciembre de 2022 se llevó su inauguración contando con la presencia del Dr. Gabriel E. Cuevas González Bravo, Presidente Nacional de la Sociedad Química de México, A.C. (SQM); el M. en C. Amílcar Ramsés Aguilar González Director de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY); la M. en C. Rosa María Catalá Rodes, vocal académica del Comité Ejecutivo Nacional de la SQM; la Dra. Marina Lucía Morales Galicia, coordinadora Nacional de Secciones estudiantiles de la SQM y vocal industrial del Comité Ejecutivo Sección Valle de México de la SQM; la M. en C. Wendy Fanny Brito Loeza, prosecretaria del Comité Ejecutivo Nacional de la SQM y Coordinadora de la Sección Estudiantil de la SQM de la UADY; y el Br. Carlos Miguel Sánchez Garrido, presidente de la SESQMUADY.

Posterior a la toma de protesta, el Dr. Gonzalo Joaquín Mena Rejón, Profesor-Investigador de la Facultad de Química de la UADY impartió la conferencia: "Las celestraceas, fuente de estructuras privilegiadas".

Este evento protocolario fue además la inauguración del Festival de Química que organizó la Sección Estudiantil, se llevó a cabo del 5 al 9 de diciembre, un evento en el que se atendieron a 1120 personas, entre estudiantes, profesores y público en general.

A lo largo de este evento se realizaron diferentes actividades como lo son, el recorrido por la tabla periódica monumental, la pasarela de la química, mesas de experimentos y juegos de química.

Con este evento, la SESQMUADY pone en marcha su proyecto "Química en movimiento" que pretende llevar la Química a diferentes regiones de la zona para alcanzar un mayor impacto entre la población y que cuenta con la participación activa de todos los miembros que conforman la sección estudiantil, que muestran un gran compromiso para alcanzar las metas planteadas.

En el canal de YouTube de la SQM se encuentra disponible una lista de reproducción con material derivado de este evento: [https://youtube.com/playlist?list=PLS3AGLSvPU96SpSIsOC8vIPDZH\\_IDGuKn](https://youtube.com/playlist?list=PLS3AGLSvPU96SpSIsOC8vIPDZH_IDGuKn)

Para más información acerca de esta Sección Estudiantil y las actividades que realiza puede consultar sus redes sociales:

Facebook: Sección Estudiantil Sociedad Química de México UADY <https://www.facebook.com/SeSQMUADY>

Instagram: [sesqm.uady](https://www.instagram.com/sesqm.uady/)  
<https://www.instagram.com/sesqm.uady/>

Con este evento, la SQM pone a disposición del público interesado, la Tabla Periódica Monumental que se encuentra en la Facultad de Química de la UADY, una tabla que tiene por objetivo su difusión en la zona sureste del país, permitiendo el desarrollo de Festivales de Química y otros eventos alrededor de la misma. Para solicitar la Tabla periódica les invitamos a ponerse en contacto con la SQM al correo [soquimex@sqm.org.mx](mailto:soquimex@sqm.org.mx) para que se les proporcione mayor información al respecto.

Invitamos a los interesados a formar su propia sección estudiantil o unirse a una ya existente, solicitando información al correo proporcionado anteriormente.



\*Sociedad Química de México A.C.  
[contenidosacademicos@sqm.org.mx](mailto:contenidosacademicos@sqm.org.mx)



El interés de los más jóvenes y su participación contribuyen al desarrollo de la química, forme parte de la Sociedad Química de México y recuerde que "La química nos une"

# Los ocho elementos de la mina de Ytterby

Plinio Sosa Fernández\*

## Resumen

La mina de Ytterby, a 15 km de Estocolmo, Suecia, es el lugar donde se descubrió el mayor número de elementos químicos: ¡ocho! En este trabajo, se platica la historia de estos descubrimientos, se hace un pequeño resumen de las distintas técnicas que se han utilizado a través de la historia para descubrir y aislar los elementos, se muestran las maravillosas aplicaciones de estos ocho elementos y, a partir de ellas, se repasan algunos fenómenos físicos y químicos involucrados en dichas aplicaciones.

## Introducción

Los elementos químicos se fueron descubriendo y aislando, poco a poco, a lo largo de toda la historia de la humanidad. Esto ocurrió en distintas partes de nuestro planeta e inclusive, alguno (el helio), fuera de él. Sin embargo, la mina de Ytterby –localizada 15 km al noreste de Estocolmo, en la isla Resarö, en Suecia– posee el récord del mayor número de elementos encontrados en el mismo lugar:

Itrio, <sub>39</sub> Y <sup>I</sup>	Gadolinio, <sub>64</sub> Gd	Terbio, <sub>65</sub> Tb	Holmio, <sub>67</sub> Ho
Erbio, <sub>68</sub> Er	Tulio, <sub>69</sub> Tm	Iterbio, <sub>70</sub> Yb	Lutecio, <sub>71</sub> Lu

De estos ocho elementos, dos pertenecen al grupo tres de la Tabla Periódica, seis al grupo de los lantanoides; y los ocho forman parte de esa agrupación informal conocida como las *Tierras raras*. Los miembros de este conjunto, aparte de ser muy parecidos todos entre sí, son elementos sumamente versátiles con diversas propiedades que hace que tengan grandes y variadas aplicaciones: aleaciones, imanes, láseres, isótopos radiactivos, escudos de neutrones, etcétera.

A partir de estos ocho elementos, se repasan algunos fenómenos físicos y químicos que explican algunas de las interesantes aplicaciones que muestran las Tierras raras.

## Antecedentes

En 1869, el químico ruso Dimitri Mendeleev cristalizó la idea de varios otros investigadores, contemporáneos suyos, acerca de cómo agrupar a los elementos químicos conocidos en aquella época. En vez de una simple lista de elementos ordenados de forma creciente por su masa atómica fue más conveniente acomodarlos en una tabla, es decir, en un esquema de dos dimensiones.

Y eso fue porque en esa lista, por cada cierto número de elementos había uno que se parecía químicamente a otro de los anteriores.

I. El subíndice, abajo a la izquierda del símbolo químico del elemento, refiere al número de protones en el núcleo. Lo que distingue a un elemento de otro es su número de protones. El número de protones es directamente el número de la casilla que ocupa el elemento en la Tabla periódica. Por eso se llama *número atómico*.

Por ejemplo, el octavo se parecía al primero, el noveno al segundo, el décimo al tercero y así sucesivamente.

Este arreglo bidimensional es útil porque todos los elementos parecidos químicamente quedan en las columnas de la Tabla. Sin embargo, esto no es así para los lantanoides ni para los actinoides. Estos dos grupos no son verticales... ¡sino horizontales! Se parecen –pero muchísimo– todos los del mismo renglón, aún estando en distintas columnas.

Los lantanoides junto con los actinoides son el dolor de cabeza de la Tabla Periódica. En primer lugar, porque conforman el Bloque F que debería estar entre el Bloque S (las primeras dos columnas) y el Bloque D (de la tercera columna en adelante). Pero si así se hiciera, si se colocara donde le corresponde, la Tabla Periódica no podría tener las proporciones de una hoja tamaño carta. Por eso, lo que se ha hecho es colocar el Bloque F, hasta abajo, aislado del resto de la Tabla Periódica.

Los lantanoides también forman parte de un grupo informal e histórico que no tiene nada que ver con la Tabla Periódica: las *Tierras raras*. Son todos los lantanoides y tres elementos del Bloque D: el escandio, el itrio y el lutecio. En este contexto, la palabra *tierra* es una denominación antigua que se usaba para referirse a los óxidos. Y el calificativo de *raras* no se refiere a escasas, sino a que son muy difíciles de aislar de los minerales donde se les encuentra. O sea que las tierras raras ni son un grupo de la Tabla Periódica, ni son tierras, ni son escasas: son óxidos de distintos elementos muy difíciles de separar.

## Los descubrimientos

### El itrio

En 1794, el químico finlandés Johan Gadolin recibió, una muestra para analizar de un mineral negro que se había encontrado en la mina de Ytterby. De ahí, logró separar una fracción (a la que llamó *itria*) de donde obtuvo el óxido de un nuevo elemento mediante reacciones químicas, el cual era desconocido hasta entonces. Lo llamó *itrio*. Más tarde, en 1800, al mineral en donde se encontró al itrio se le dio el nombre de *gadolinita* en honor a Johan Gadolin.

### El terbio

Pero la historia no acabó ahí. En 1843, el químico sueco Carl Mosander, dividió la Gadolinita en tres fracciones. De la primera (la que contenía el óxido de itrio encontrado antes por Gadolin), Mosander obtuvo el óxido de un nuevo elemento: el óxido de terbio.

\* Facultad de Química, Departamento de Química Inorgánica y Nuclear, Universidad Nacional Autónoma de México.

\* plinio@unam.mx

### El erbio, el holmio y el tulio

De la segunda fracción, se obtuvieron tres nuevos elementos: el erbio (por el propio Mosander también en 1843) y el holmio y el tulio por el químico sueco Per Theodor Cleve, varios años después, en 1879.

### El gadolinio

En 1880, el químico suizo Jean de Marignac pudo aislar, de la maravillosa gadolinita, el óxido de un nuevo elemento al que nombró gadolinio, en honor al gran Johan Gadolin.

### El iterbio y el lutecio

De la tercera fracción, otro tanto de años después, en 1907, el químico francés Georges Urbain obtuvo dos nuevos elementos: el iterbio y el lutecio.

Excepto el del gadolinio, los nombres de los otros siete elementos son nombres geográficos:

- Itrio, terbio, erbio e iterbio están claramente relacionados con la maravillosa mina de Ytterby.
- Holmio es por Estocolmo.
- Tulio procede del antiguo nombre de Escandinavia en latín, Thule.
- Lutecio, del latín *Lutetia* que fue primer nombre de París.

### Las técnicas analíticas para descubrir los elementos

A lo largo de la historia, el *Homo sapiens sapiens* ha empleado diversas maneras para descubrir y obtener los distintos elementos químicos.

De los primeros elementos descubiertos no hay un registro histórico de quiénes ni cómo los descubrieron. Muy probablemente una combinación de alguna casualidad seguida de muchos años o siglos de mejoras empíricas. Quizá los antiguos encontraron el producto de la reacción de una roca con el carbón de una hoguera encendida. Y luego, de generación en generación, fueron desarrollando y aprendiendo las recetas, las herramientas y las condiciones que permitieron optimizar la obtención de dichos elementos.

Luego, a partir de la consolidación de la química como una nueva ciencia, se usaron las técnicas clásicas de la química: agregar algún ácido para formar una sal soluble en agua y después hacer reaccionar esta sal con alguna sustancia reductora para obtener la sustancia elemental tal cual.

Más tarde vino, como un regalo de la física a la química, la espectroscopía. Esto permitió detectar nuevos elementos sin tener que usar la química. La muestra sospechosa de contener un nuevo elemento se sometía directamente a la acción del fuego. La flama que se generaba al quemarse la muestra emitía una luz que luego era pasada a través de un prisma. Lo que se obtenía era un espectro de líneas que era como la huella digital de cada elemento.

Para los elementos más difíciles de obtener, la química generó técnicas todavía más sofisticadas: la cristalización fraccionada, la destilación fraccionada y el intercambio de iones.

Las tierras raras se separan así, por intercambio de iones: toda la mezcla de tierras raras se hace pasar a través de una resina. La resina retiene los cationes de los distintos óxidos a diferentes velocidades, lo cual permite irlos sacando de la resina, por separado, uno por uno.

Para los elementos que no se hallan en la naturaleza, vino otro regalo de la física: la química nuclear.

### Aplicaciones

Los ocho elementos de la mina de Ytterby tienen muchísimas aplicaciones. Esas aplicaciones pueden ser ópticas (Opt), magnéticas (Mag), electrónicas (Elec), nucleares (Nuc), médicas (Med) o mecánicas (Mec).

Entre las ópticas se cuentan la fabricación de láseres (Ls), de equipos portátiles de rayos X (Rx), de fibras ópticas (Fo), de pantallas a color (Co), de pantallas fluorescentes y de equipos para imagenología por resonancia magnética (Rm).

Entre las magnéticas están la fabricación de imanes (Im), de cerámicos magnéticos (Cm), de superconductores (Sc) y, obviamente, de equipos para imagenología por resonancia magnética.

Entre las electrónicas se tienen la fabricación de superconductores, de chips electrónicos (Ch) y de equipos para imagenología por resonancia magnética.

**Tabla I.** Aplicaciones de los ocho elementos de Ytterby.

E	Ópt				Mag				Elec			Nuc			Méd				Mec	
	Ls	Rx	Fo	Co	Cm	Sc	Im	Rm	Sc	Ch	Rm	Ca	Ne	Ct	Ca	Ls	Rx	Rm	Ct	Al
<sup>39</sup> Y	✓								✓			✓				✓				
<sup>64</sup> Gd				✓						✓			✓						✓	
<sup>65</sup> Tb				✓			✓			✓										
<sup>67</sup> Ho	✓			✓				✓								✓		✓		
<sup>68</sup> Er			✓	✓									✓							✓
<sup>69</sup> Tm	✓	✓			✓	✓									✓	✓	✓			
<sup>70</sup> Yb	✓	✓													✓	✓	✓			✓
<sup>71</sup> Lu								✓							✓			✓		

Entre las aplicaciones nucleares aparecen isótopos para irradiar células cancerosas (Ca), para elaborar soluciones de contraste (Ct) y como escudo de neutrones (Ne) en las plantas nucleares.

Entre las aplicaciones médicas están, como es de esperarse, los isótopos para combatir el cáncer, los láseres para cirugía, los equipos portátiles de rayos X y los equipos para imagenología por resonancia magnética.

Finalmente, entre las aplicaciones mecánicas, está la fabricación de aleaciones (Al) con mejores propiedades que las que tienen sustancias metálicas solas.

En la **Tabla I**, se muestra un resumen de las aplicaciones de los ocho elementos de Ytterby.

## Los fenómenos que dan lugar a estas aplicaciones

### Ópticos

En el mundo cuántico, el del interior de las partículas químicas (los átomos, los iones y las moléculas), no todos los estados energéticos son posibles. Para pasar de un estado a otro, se tiene que absorber o emitir una cantidad exacta de energía. En las partículas químicas, los electrones (negativos) y los núcleos (positivos) se atraen mutuamente. En un estado de baja energía, un electrón está en promedio más cerca del núcleo que en un estado de alta energía. Así, cuando una partícula absorbe un fotón con energía exactamente igual a la diferencia de energía entre los dos estados, el electrón pasa del estado de baja energía al de más alta energía, donde se encontrará, en promedio, más alejado del núcleo. Debido a la atracción eléctrica que el núcleo ejerce sobre el electrón, esta situación no puede durar mucho: en un tiempo brevísimo, del orden de los femtosegundos, el electrón se regresa al estado donde se encontraba originalmente. Y, espontáneamente, emite la misma cantidad de energía que había absorbido, es decir, un fotón idéntico al original. Se trata, pues, de una *emisión espontánea*.

Las sales de  $\text{Er}^{3+}$  emiten una luz de color rosa<sup>2</sup>. Mientras que las de  $\text{Tb}^{3+}$  emiten una luz de color verde. Estas últimas, junto con las sales de  $\text{Eu}^{3+}$  y  $\text{Tm}^{3+}$ , que emiten luz roja y luz azul respectivamente, forman parte de la tecnología de luz tricromática en la iluminación de interiores y en la emisión de los colores primarios en pantallas de televisión. También se usan en láseres y en lámparas fluorescentes.

En los láseres, el fenómeno es similar. Resulta que, en ese pequeño instante en el que la partícula se encuentra en un estado de mayor energía, otro fotón puede hacer que un electrón caiga del nivel superior al inferior, emitiendo un nuevo fotón. Este fotón coincide exactamente con el fotón original en longitud de onda, fase y dirección. Se trata, pues, de una *emisión estimulada*.

El primer fotón sigue su trayectoria original sin ningún problema. Para fines prácticos, se duplicó el número de fotones. Estos a su vez pueden estimular la emisión de otros dos fotones. Y esos cuatro, la de otros más y más y más. Es decir, se amplifica la señal.

La palabra *láser* es un acrónimo de la frase en inglés *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (amplificación de luz por emisión estimulada de radiación).

Los láseres se utilizan en impresoras láser, en unidades de discos ópticos, en instrumentos de secuenciación de ADN, en escáneres

de códigos de barras, en la fabricación de chips semiconductores, en la cirugía láser, en la fabricación de fibras ópticas y en materiales de corte y soldadura, por ejemplo.

### Magnéticos

Los elementos de una misma columna se parecen porque tienen el mismo número de electrones disponibles en la última capa. En cambio, en los renglones, la cantidad de electrones disponibles va variando de uno en uno. Cada vez que nos movemos un lugar a la derecha, ese elemento tiene un electrón más que el anterior.

Los electrones son pequeños electroimanes. Además de su movimiento angular alrededor del núcleo, tienen un movimiento angular intrínseco llamado *espín electrónico*.

El cómo se distribuyen los electrones alrededor de un núcleo depende de dos principios físicos: la ley de Coulomb y el principio de exclusión de Pauli.

El primero dice que las cargas iguales se repelen. Y el segundo señala que, por ejemplo, dos electrones con el mismo espín se excluyen mutuamente de una misma región del espacio (aunque no hay ninguna restricción para que dos electrones de espines opuestos estén en la misma región del espacio).

Solo hay dos tipos de espines: los que apuntan en una dirección y los que apuntan en la dirección opuesta.

Estos dos principios, actuando simultáneamente, provocan dos cosas:

- Que los electrones se acomoden por capas y
- Que en una misma región del espacio solo pueda haber, como máximo, dos electrones (ambos con espines opuestos). Se dice que son *electrones apareados*.
- Un tercer electrón no podría estar en la misma región porque o tiene el espín de uno de los electrones que ya está allí o tiene el del otro.

Cuando hay la mitad o menos de la mitad de los electrones que caben en una misma subcapa, todos los electrones se ubican en distintas regiones y todos con el mismo espín. Puede ser todos hacia arriba o todos hacia abajo, pero —eso sí— todos con la misma orientación. Se dice que son *electrones desapareados*.

Toda carga eléctrica, al girar, genera un campo magnético. Los electrones en consecuencia son los imanes más pequeños del mundo. Si tenemos muchos electrones desapareados, sus momentos magnéticos se suman y tienen propiedades magnéticas apreciables.

Eso es lo que pasa con los elementos de los bloques más anchos de la tabla el Bloque D y el Bloque F: suelen tener muchos electrones desapareados y, por tanto, un momento magnético considerable.

El del gadolinio es un caso especial. Es ferromagnético debajo de los 19 °C y paramagnético arriba de esta temperatura. Que un material sea ferromagnético significa que puede ser atraído por un imán. En cambio, un material paramagnético no es atraído por un imán, aunque sí se puede imantar. Es decir, en tiempos fríos, el gadolinio sí es atraído por un imán. Pero, en primavera o en lugar muy caluroso, para nada es atraído por los imanes.

Y es que el  $\text{Gd}^{3+}$  posee la mayor cantidad de electrones no apareados posible: siete. Y esta característica es justamente la que más se aprovecha para sus principales aplicaciones

---

2. El *tres más* significa que la partícula no es neutra, que está cargada eléctricamente. Quiere decir, también, que tiene tres electrones menos que un átomo del elemento correspondiente que, ese sí, es neutro.

## Radiación nuclear

A pesar de lo que nos indican nuestros sentidos, las sustancias no son una pasta continua de materia. Más bien consisten en un gran número de pequeñísimas partículas separadas unas de otras: los átomos, los iones y las moléculas. Y estas partículas, a su vez, poseen una naturaleza eléctrica: tienen partes positivas (los núcleos) y partes negativas (los electrones).

Los núcleos son positivos porque contienen dos tipos de subpartículas: los protones (que son los que portan la carga positiva) y los neutrones (que no tienen carga). Todas ellas se mantienen unidas gracias a las poderosísimas fuerzas de atracción nucleares. Sin embargo, estas fuerzas nucleares compiten con las fuerzas de repulsión eléctricas que se dan entre los protones. Por eso, al aumentar el número de protones, disminuye la estabilidad de los núcleos. La presencia de los neutrones, en cambio, ayuda a que los núcleos sean estables: participan en la atracción nuclear y debilitan la repulsión eléctrica.

Sin embargo, todo tiene sus límites: el último elemento con un núcleo estable es el bismuto. A partir del polonio, todos son radiactivos. Es decir, sus núcleos no son estables, se rompen, se desintegran emitiendo algún tipo de radiación (partículas alfa, partículas beta o rayos gama).

A pesar de ello, el polonio y los siguientes ocho (hasta el uranio) existen en nuestro planeta. Todos los demás, del 93 al 118, son orgullosamente terrícolas: hechos por nosotros los seres humanos.

Un mismo elemento puede tener núcleos con el mismo número de protones (obviamente), pero con distinto número de neutrones. Algunos serán estables y otros, no.

El iterbio tiene siete isótopos estables: el 168, el 170, el 171, el 172, el 173, el 174 y el 176. La palabra *isótopos* viene del griego: *isos*, igual y *topos*, lugar. Es decir: los que ocupan el mismo lugar. ¿Lugar de qué o de dónde? Pues de la Tabla Periódica. O sea, son isótopos entre sí, aquellos que ocupan el mismo lugar en la tabla periódica.

El iterbio es el septuagésimo elemento. Por ello, se ubica en la casilla número 70. Y eso quiere decir que tiene 70 protones en su núcleo. Lo que distingue a un elemento de otro es su número de protones. El número de casilla es directamente el número de protones de cada elemento.

Entonces esos siete isótopos del iterbio, ¿qué son? Son distintas variedades de átomos de iterbio. Y, ¿en qué son diferentes? En el número de neutrones que tienen en su núcleo. Todos tienen 70 protones, pero diferente número de neutrones. Y, ¿qué es el número que siempre se menciona cuando se habla de isótopos? Es la suma de protones y neutrones. Por ejemplo, el iterbio-170 tiene 100 neutrones y 70 protones.

## Conclusiones

Los elementos descubiertos en la mina de Ytterby son un bonito ejemplo de cómo funciona la ciencia: ocho elementos químicos obtenidos del mismo mineral, en el mismo lugar, durante un período larguísimo de más de 100 años (de 1792 a 1907) con la participación de muchos investigadores de distintas épocas y la implementación de distintas técnicas analíticas, cada vez más sofisticadas y eficientes. Así es la ciencia.

La experiencia lleva a nuevas técnicas. Las técnicas conducen a nuevos saberes. Y estos saberes nos llevan a nuevas técnicas que, a su vez nos conducen a más experiencia. Y así sucesivamente: la adquisición del conocimiento es esa incesante carrera de relevos entre experiencia, técnica y saberes.

## Referencias

1. Gray, T. *Los Elementos. Una exploración visual de todos los átomos que se conocen en el universo*. Silver Dolphin, Nueva York, 2009.
2. Parsons, P.; Dixon, G. *The Periodic Table. A visual guide to the elements*. Quercus Editions Ltd, Londres 2013.
3. Scerri, E. *The Periodic Table. Its story and its significance*. Oxford University Press, Inc., New York, 2007.
4. Scerri, E. *El pasado y el futuro de la tabla periódica*. Educación Química, 19, 3 (2008), 234–241.
5. Sosa, P. *Elemental, mi querido Watson*. Horizontes, 5, 10, (2000), 35–39.
6. Sosa, P. *Conceptos base de la Química. Libro de apoyo para bachillerato*. Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM, Ciudad de México, 2007.

# Habilidades socioemocionales en los alumnos de la Facultad de Química UAEMéx. Estudio Piloto

Nora Daniela Arana Espiridion<sup>1</sup>, Martha Díaz Flores<sup>1\*</sup>, Mariana Ortiz Reynoso<sup>1</sup>

## RESUMEN

Las habilidades socioemocionales (HSE) influyen en el desempeño y productividad laboral, así como en el proceso de enseñanza-aprendizaje, al complementar los conocimientos técnicos y científicos que se adquieren en las instituciones educativas. Es por ello que en distintas partes del mundo se han llevado a cabo investigaciones sobre estas habilidades en todos los niveles de educativos e incluso en espacios de trabajo. En el presente estudio se evaluaron cuatro HSE: autorregulación, autoestima, autoconocimiento y autogestión, mediante un instrumento de autoinforme en estudiantes universitarios. Se reflejaron niveles adecuados de autoconocimiento y autoestima por parte de los encuestados, mientras que se detectaron áreas de oportunidad para la enseñanza y práctica de autorregulación y autogestión, principalmente.

**PALABRAS CLAVE:** Habilidades socioemocionales, autoconocimiento, autoestima, autorregulación, autogestión.

## ABSTRACT

Soft skills (SS) influence work performance and productivity, as well as the teaching-learning process as they complement both technical and scientific knowledge acquired in educational institutions. Research on these social/emotional skills has been carried out at all levels of education and even within particular workplaces. In the present study, four SS: self-regulation, self-esteem, self-knowledge, and self-management were assessed by means of a self-report instrument applied on university students. Adequate levels of self-knowledge and self-esteem were reflected by participants, while areas of opportunity were detected for the teaching and practice of self-regulation and self-management, mainly.

**KEYWORDS:** Soft skills, self-regulation, self-esteem, self-knowledge, self-management.

## INTRODUCCIÓN

Un buen rendimiento académico es resultado de múltiples factores asociados a las diferentes esferas de la vida de las y los alumnos, incluyendo el bienestar emocional (Saucedo *et al.*, 2018), el cual se compone de muchos y muy diversos elementos que es posible cuantificar al ser asignados a las habilidades.

Las HSE también denominadas “blandas” o no cognitivas, pueden definirse como aquellas que permiten identificar y controlar los fenómenos de índole emocional a fin de lograr una adecuada interacción con el resto de la sociedad; implican habilidades interpersonales e intrapersonales (Shukla y Kumar, 2017).

De acuerdo con autores como Gómez-Gamero (2019), Magro (2017), Treviño *et al.* (2019) y Vera (2016), las competencias blandas influyen en el desempeño y productividad, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en el campo laboral y en la vida en general.

Bajo esta premisa, se origina la presente investigación que tuvo como propósito principal el analizar las habilidades socioemocionales de los alumnos de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México.

## Antecedentes

Diversas publicaciones que ofrecen un panorama sobre la relevancia que ha adquirido la enseñanza, implementación, observación y evaluación de las HSE como parte del desarrollo integral del ser humano, orientaron y fortalecieron la presente indagación. A continuación las revisamos someramente.

En 2016, bajo el título *El Aprendizaje Cooperativo y las Habilidades Socio-Emocionales: una Experiencia Docente en la Asignatura Técnicas de Ventas*, Estrada *et al.* publicaron un estudio orientado a la implementación de actividades para el entrenamiento de HSE en 121 estudiantes de la *Universitat Jaume I* en Castellón, España; y la posterior evaluación de la experiencia de los alumnos. Dichos autores concluyeron que es necesaria la formación integral de los futuros profesionistas, abarcando no sólo conocimientos teóricos y técnicos, sino también habilidades socioemocionales.

La opinión de los alumnos sobre HSE también fue reportada por Petiz y Costa (2017) en el artículo titulado *The importance of soft skills in the university academic curriculum: The perceptions of the students in the new society of knowledge*. Dicho trabajo parte de la premisa de que la educación y toda actividad pedagógica deben estar orientadas hacia el “desarrollo de sociedades estables”; reflexionando sobre la discrepancia entre los modelos educativos actuales (basados principalmente en conocimientos teóricos y técnicos) y las necesidades de la economía por competencias donde los saberes se combinan con habilidades y actitudes diversas.

<sup>1</sup> Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México.  
<sup>\*</sup> [mdiazf@uaemex.mx](mailto:mdiazf@uaemex.mx)

En el trabajo titulado *Las habilidades socioemocionales, no cognitivas o "blandas": aproximaciones a su evaluación*, García (2018) menciona que las HSE facilitan el logro de metas y la toma de decisiones; asimismo, afirma que éstas pueden ser aprendidas y mejoradas. De igual forma, plantea tres perspectivas de evaluación: cuestionarios y autoinformes, observadores externos, y la ejecución de determinadas tareas.

Holst *et al.* (2017) realizaron un estudio en México publicado con el título *Las habilidades sociales y sus diferencias en estudiantes universitarios*, en el cual sostienen que las habilidades "blandas" son aprendidas en el entorno social. Y, tratando la información recabada a través de un instrumento de autoinforme, concluyeron que las HSE permiten generar experiencias, capacidades y conocimientos diversos, que en conjunto contribuyen al éxito profesional y personal.

### HSE de los alumnos de la Facultad de Química de la UAEMéx

El objetivo de este trabajo es investigar las HSE de los alumnos de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx). El método utilizado fue la evaluación de cuatro HSE: autoconocimiento, autoestima, autorregulación y autogestión a través del diseño y aplicación de un instrumento de autoinforme, con opciones de respuesta de acuerdo con escalas de Likert, basado en cuestionarios antes publicados. El instrumento se conformó con 62 reactivos (y uno adicional para identificar el programa educativo de cada participante) y fue aplicado a los alumnos de la Facultad de Química de la UAEMéx durante el primer semestre del 2021. Las pruebas seleccionadas para conformar el instrumento empleado fueron: la Trait Meta-Mood Scale (TMMS-24) en su versión castellana y reducida elaborada por Fernández-Berrocal *et al.* (2004) a partir del original de Salovey *et al.* (1995); la Escala de Autoestima de Rosenberg; y la versión castellana del Cuestionario de Estrés Percibido (CEP) elaborada por Sanz-Carrillo *et al.* (2002) basada en la versión original de Levenstein (1993). El instrumento final estuvo dividido en factores asociados a alguna de las cuatro HSE mencionadas anteriormente, como se muestra en la Tabla 2, e incluye preguntas específicas para identificar fortalezas y áreas de oportunidad en las habilidades blandas del estudiantado.

Se invitó a participar a los alumnos de la Facultad a través de la plataforma *Google Forms* con un formulario titulado "Habilidades Socioemocionales en los Estudiantes de la Facultad de Química UAEMéx. Estudio Piloto 2021 A" el cual estuvo disponible durante febrero y marzo del 2021. Se involucraron estudiantes de todos los semestres de los cinco programas educativos de la Facultad: Química, Química en Alimentos, Ingeniería Petroquímica, Química Farmacéutica Biológica e Ingeniería Química. Se obtuvo un total de 92 voluntarios, distribuidos como se indica en la Tabla 1.

El total de voluntarios corresponde al 7.3% de la matrícula total de la Facultad de Química, conformada por 1,259 estudiantes durante el periodo 2020-2021.

La hipótesis de partida es que el alumnado de la Facultad de Química de la UAEMéx posee habilidades socio-emocionales en un nivel adecuado que permite el buen desempeño del proceso enseñanza-aprendizaje.

Tabla 1. Distribución de participantes en el estudio de acuerdo con la licenciatura cursada

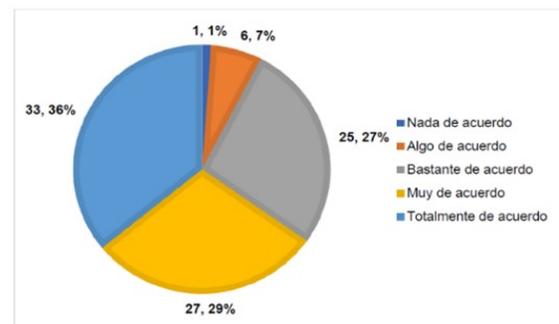
Programa Educativo	No. de participantes	Porcentaje
Ingeniería Petroquímica	32	34.78
Química en Alimentos	20	21.74
Ingeniería Química	16	17.40
Química	12	13.04
Química Farmacéutica Biológica	12	13.04
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>100</b>

Fuente: Constructo de las autoras

## RESULTADOS

Los datos obtenidos en cada ítem del cuestionario se tradujeron en gráficos como los que se muestran en la Figura 1, los cuales facilitan la interpretación de los resultados.

Gráfica No. 5 Pienso que merece la pena prestar atención a mis emociones y estado de ánimo



Gráfica No. 27 Siento que tengo buenas cualidades

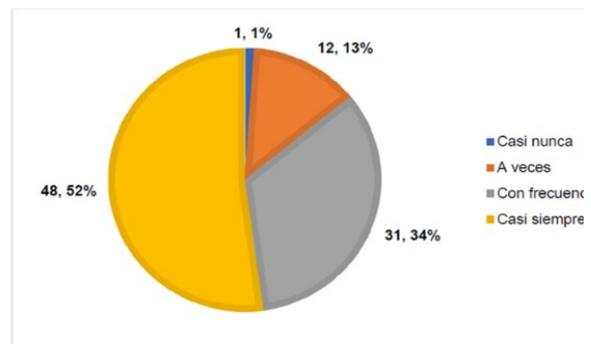


Figura 1. Ejemplos de las gráficas 5 y 27 elaboradas a partir de los resultados del estudio

### HSE: Autoconocimiento

Para la HSE del **autoconocimiento**, el ítem *Pienso que merece la pena prestar atención a mis emociones y estado de ánimo* arrojó información positiva sobre la percepción de la importancia de las habilidades “blandas” para los alumnos; mientras que un 27.29% se dijo *Muy de acuerdo* (en la escala de Likert) con la aseveración, otro 33.36% eligió la opción *Totalmente de acuerdo*, una aprobación superior al 50%.

Otros aspectos del autoconocimiento fueron explorados. En el ítem *Tengo claros mis sentimientos*, sólo un 4.4% discrepó de la afirmación; similar a lo mostrado por el ítem *Frecuentemente puedo definir mis emociones*, con un 3.3% de los alumnos partícipes en total desacuerdo con la aseveración. Datos similares se observaron en los ítems *Casi siempre sé cómo me siento* y *A menudo me doy cuenta de mis sentimientos en diferentes situaciones*; relativos a la percepción y entendimiento de sentimientos y emociones propias. Sin embargo, en otras preguntas (*Normalmente me preocupo por lo que siento*, *Normalmente dedico tiempo a pensar en mis emociones*, *A menudo pienso en mis sentimientos*, *Presto mucha atención a cómo me siento*) las respuestas de los estudiantes se vertieron en su mayoría en una respuesta “neutra” (3. *Bastante de acuerdo*, de la escala de Likert empleada).

### HSE: Autoestima

Analizando la **autoestima** como habilidad blanda, un 51.55% de los encuestados estuvo de acuerdo el ítem *Siento que soy una persona que vale, al menos como los demás*, mientras que el 7.8% respondió con un *Casi nunca*.

El reactivo *Siento que tengo buenas cualidades* indica que al 1.1% de los alumnos le resulta difícil percibir sus virtudes. En contraste, el ítem *En general me inclino a pensar que soy un fracaso* muestra que un 51.55% de los participantes eligió la opción *Casi nunca*.

### HSE: Autogestión

Con respecto a la HSE de **autogestión**, se hace referencia a reactivos como *Tengo demasiadas cosas que hacer*, en el que un porcentaje considerable de los encuestados (25.27%) considera que casi siempre tiene demasiadas cosas que hacer. Otros ítems hacen alusión al agotamiento del alumnado, donde la respuesta primaria fue que se sienten cansados *A veces* (37.40%).

Otro enfoque se puede apreciar en los reactivos *Siento que estoy haciendo cosas que realmente me gustan* y *Me divierto*. En el primero, un 39.42% de los participantes asegura que *Casi siempre* se halla cómodo y satisfecho con las actividades que realiza como parte de su respectivo plan de estudios. En el segundo, una tercera parte de estudiantes (31.34%) se divierte en sus labores cotidianas.

Tabla 2. Asociación ítem – HSE

Ítem	HSE Asociada
Presto mucha atención a los sentimientos Normalmente me preocupo por lo que siento Normalmente dedico tiempo a pensar en mis emociones Pienso que merece la pena prestar atención a mis emociones y estado de ánimo Dejo que mis sentimientos afecten a mis pensamientos Pienso en mi estado de ánimo constantemente A menudo pienso en mis sentimientos Presto atención a cómo me siento Tengo claros mis sentimientos Frecuentemente puedo definir sentimientos Casi siempre sé cómo me siento Normalmente conozco mis sentimientos sobre las personas A menudo me doy cuenta de mis sentimientos en diferentes situaciones Siempre puedo decir cómo me siento A veces puedo decir cuáles son mis emociones Puedo llegar a comprender mis sentimientos	Autoconocimiento
Aunque a veces me siento triste, suelo tener una visión optimista Aunque me sienta mal, procuro pensar en cosas agradables Cuando estoy triste, pienso en todos los placeres de la vida Intento tener pensamientos positivos, aunque me sienta mal Si doy demasiadas vueltas a las cosas, complicándolas, trato de calmarme Me esfuerzo por tener un buen estado de ánimo Tengo mucha energía cuando me siento feliz Cuando estoy enfadado, intento que se me pase	Autorregulación

Siento que soy una persona que vale, al menos como los demás Siento que tengo buenas cualidades En general, me inclino a pensar que soy un fracaso Soy capaz de hacer las cosas tan bien como los demás Siento que no tengo mucho de qué presumir Tengo una actitud positiva hacia mí mismo En general, estoy satisfecho conmigo mismo Desearía poder tener más respeto por mí mismo A veces me siento inútil A veces pienso que soy un bueno para nada	<b>Autoestima</b>
Me siento descansado Siento que se me hacen demasiadas peticiones Estoy irritable o malhumorado Tengo demasiadas cosas que hacer	<b>Autogestión</b>
Me siento solo o aislado	<b>Autoestima</b>
Me encuentro sometido a situaciones de conflicto	<b>Autogestión</b>
Siento que estoy haciendo cosas que realmente me gustan	<b>Autoestima</b>
Me siento cansado	<b>Autogestión</b>
Temo que no pueda alcanzar todas mis metas	<b>Autoestima</b>
Me siento tranquilo Tengo que tomar demasiadas decisiones Me siento tenso Mis problemas parecen multiplicarse Siento que tengo prisa	<b>Autogestión</b>
Me siento seguro y protegido	<b>Autorregulación</b>
Tengo muchas preocupaciones	<b>Autogestión</b>
Estoy bajo presión de otras personas Me siento desanimado	<b>Autoconocimiento</b>
Me divierto	<b>Autoestima</b>
Tengo miedo del futuro	<b>Autoconocimiento</b>
Siento que hago cosas por obligación, no porque quiera hacerlas Me siento criticado o juzgado Me siento alegre	<b>Autoestima</b>
Me siento agotado mentalmente Tengo problemas para relajarme	<b>Autogestión</b>
Me siento agobiado por la responsabilidad Tengo suficiente tiempo para mí	<b>Autoconocimiento</b>
Me siento presionado por los plazos de tiempo	<b>Autogestión</b>

Fuente: Constructo de las autoras con base en Fernández-Berrocal *et al.*, 2004; Salovey *et al.*, 1995; Sanz-Carrillo *et al.* 2002

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En cuanto a la HSE de **autoconocimiento**, los resultados muestran que la mayoría de los alumnos encuestados está consciente de la importancia e influencia de las emociones en la vida cotidiana. La mayoría de los escolares que respondieron al cuestionario consideran tener un nivel apropiado de autoconocimiento. Sin embargo, las respuestas “neutras” podrían indicar la necesidad de complementar las acciones para la enseñanza y práctica de dicha habilidad blanda, y sugieren profundizar esto en una línea de investigación futura.

En cuanto a la HSE de **autorregulación**, existe una ligera tendencia positiva. En comparación con la HSE de autoconocimiento, sin embargo, esta habilidad requiere mayor énfasis; los alumnos son capaces de identificar emociones, pero no están seguros de cómo regularlas o servirse de éstas para potenciar un desarrollo integral.

Para la HSE de **autoestima**, se observa que la mayoría de los encuestados tiene un nivel aparentemente adecuado. Empero, una mayoría no basta. Es importante atender a todos y profundizar en los casos de alumnos cuyas respuestas apuntan a una autoestima deficiente, dado que esto puede detonar en limitantes para el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como para el desarrollo de una vida digna. Dentro del aparentemente limitado número de estudiantes con señales de autoestima deficiente, también existe el talento potencial de excelentes profesionistas.

Con la aplicación de más cuestionarios y pruebas psicométricas puntuales y bajo condiciones controladas, sería posible detectar casos que requieran ayuda profesional para que fueran canalizados con el personal capacitado. La difusión de la existencia de programas y espacios universitarios en pro de la salud mental resulta relevante. Se requiere de un esfuerzo multi e interdisciplinario permanente para atender la comunidad estudiantil de la Facultad de Química, y sería deseable replicar este ejercicio en otras facultades de la UAEMéx.

Finalmente, en el área de la HSE de **autogestión**, existe una variación en la percepción de los alumnos en cuanto a las actividades a desarrollar, que podría tener su explicación en las diferentes “temporadas” académicas del semestre; de no gestionarse correctamente, la carga laboral es mucho mayor en días previos a los periodos de evaluación y esto conlleva un estrés emocional innecesario si es prevenido.

Las HSE se componen de una amplia gama de habilidades que, al ser practicadas y transmitidas a los alumnos, son enriquecidas por la experiencia de los docentes. De acuerdo con Sosa, *et al.* (2018) el trabajo tutorial es sumamente importante dentro del quehacer docente, en tanto que es un sustento humanístico. El programa de tutoría implementado por la Facultad de Química de la UAEMéx, en el que entre otras cosas el tutor guía al tutorado en la distribución de la carga académica; es decir, en la selección de unidades de aprendizaje a cursar durante cada semestre. Esto es un apoyo al alumno que puede explorarse en la detección, seguimiento y manejo de HSE de estudiantes en riesgo académico, vulnerabilidad social o situación irregular.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se cumplió con el objetivo general planteado: investigar las HSE de los alumnos de la Facultad de Química en la UAEMéx, a través de la determinación y aplicación vía remota de un cuestionario. Este instrumento permitió una revisión somera de tipo exploratorio. Son necesarios los análisis adicionales para determinar un “nivel” de HSE en los alumnos de la Facultad.

Los resultados del estudio sugieren que para los alumnos de la Facultad de Química de la UAEMéx, las principales fortalezas se detectan en las habilidades de autoconocimiento y autoestima. Los participantes indican estar conscientes de sus emociones, así como de la importancia de éstas dentro de su vida cotidiana, y dedican tiempo a reflexionar sobre sus sentimientos para relacionarlos con determinadas conductas. Asimismo, son capaces de reconocer su propio valor y de apreciar sus aptitudes. Por otro lado, las habilidades de autorregulación y autogestión presentan algunas debilidades que deben explorarse con mayor profundidad. Está comprobado que un manejo deficiente de emociones influye negativamente en la administración de actividades y que, por el contrario, el aprovechamiento de emociones positivas genera un ambiente propicio para el aprendizaje.

Con base en el estudio piloto, será posible generar investigaciones adicionales que permitan comparar los resultados con datos duros, por ejemplo, con indicadores de desempeño académico. También hace falta diseñar propuestas de actividades y programas dirigidos al desarrollo, práctica, evaluación y monitoreo continuo de HSE. Lo anterior, a través del énfasis en dinámicas dentro del salón de clases, como el aula invertida, los juegos de rol y la retroalimentación al desempeño conductual (Rojas, 2020; Zepeda *et al.*, 2019); o bien en actividades extracurriculares en ámbitos académicos y culturales.

De acuerdo con Saucedo *et al.* (2018), el rendimiento académico se ve influenciado por muchos y muy diversos factores, como el manejo del estrés, la autoestima, el estar bien consigo mismo a nivel emocional, y las relaciones interpersonales. Todo lo anterior es inherente a las HSE exploradas durante el presente trabajo. La capacidad de gestionar las emociones tiene un impacto positivo en la educación (Saucedo *et al.*, 2018); es por ello que trabajos como el presente deben continuar y deben utilizarse en la toma de decisiones relacionadas con el proceso enseñanza-aprendizaje.

Investigaciones como esta aportan evidencia sobre la importancia de las HSE, no sólo en el proceso de enseñanza-aprendizaje o el desempeño laboral, sino en la vida diaria, en tanto permiten establecer relaciones interpersonales sanas en armonía con uno mismo. Hoy en día se requiere que todos los actores de la educación se involucren de forma activa y consciente en el desarrollo de habilidades socioemocionales en los estudiantes (Saucedo *et al.*, 2018).

## REFERENCIAS

1. Saucedo, M., Herrera, S., Salinas, H. A. y Jiménez, S. (2018). *Inteligencia emocional y sus repercusiones en el rendimiento académico*. En *La Investigación y su Contribución a la Formación Profesional – Tomo 12* (pp. 1920-1925). Academia Journals. ISBN: 978-1-939982-40-7
2. Shukla, A. y Kumar, G. (2017). *Essential Soft Skills for Employability – A Longitudinal Study*. *Advances in Economics and Business Management (AEBM)*, 4(6). <http://www.krishisanskriti.org/Publication.html>
3. Gómez-Gamero, M. (2019). *Las habilidades blandas competencias para el nuevo milenio*. *DIVULGARE Boletín Científico de la Escuela Superior de Actopan*, 6(11). <https://doi.org/10.29057/esa.v6i11.3760>
4. Magro, G. (2017). *Efectos y mediación de un programa de habilidades blandas a través del desarrollo de la cognición corporizada en estudiantes*. *Apunt. cien. soc.* 7(2). <https://doi.org/10.18259/acs.2017018>
5. Treviño, D. C., González, M. A. y Montemayor, K. M. (2019). *Habilidades socioemocionales y su relación con el logro educativo en alumnos de Educación Media Superior*. *Revista de Psicología y Ciencias del comportamiento de la Unidad Académica de Ciencias Jurídicas y Sociales*, 10(1). <https://doi.org/10.29059/rpcc.20190602-79>
6. Vera, F. (2016). *Infusión de habilidades blandas en el currículo de la educación superior: clave para el desarrollo de capital humano avanzado*. *REVISTA AKADEMĒIA*, 15(1). <https://revistas.ugm.cl/index.php/rakad/article/view/137>
7. Estrada, M., Monferrer, D. y Moliner, M. A. (2016). *El Aprendizaje Cooperativo y las Habilidades Socio-Emocionales: Una Experiencia Docente en la Asignatura Técnicas de Ventas*. *Formación Universitaria*, 9(6). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000600005>
8. Petiz, O. y Costa, C.A. (2017). *The Importance of soft skills in the university academic curriculum: The perceptions of the students in the new society of knowledge*. *International Journal of Business and Social Research (IJBSR)*, 7(3). [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/46211/1/2017\\_International%20Journal%20of%20Business%20and%20Social%20Research\\_V07\\_Issue03\\_25-34.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/46211/1/2017_International%20Journal%20of%20Business%20and%20Social%20Research_V07_Issue03_25-34.pdf)
9. García, B. (2018). *Las habilidades socioemocionales, no cognitivas o “blandas”: aproximaciones a su evaluación*. *Revista Digital Universitaria*, 19(6). <http://www.revista.unam.mx/ojs/index.php/rdu/article/view/1373/30>
10. Holst, I. C., Galicia, Y., Gómez, G. y Degante, A. (2017). *Las habilidades sociales y sus diferencias en estudiantes universitarios*. *VERTIENTES Revista Especializada en Ciencias de la Salud*, 20(2). <http://www.revistas.unam.mx/index.php/vertientes/article/view/67164/59023>
11. Fernández-Berrocal, P., Extremera, N. y Ramos, N. (2004). *Validity and Reliability of the Spanish Modified Version of the Trait Meta-Mood Scale*. *Psychological Reports*, 94. <https://doi.org/10.2466/pr0.94.3.751-755>
12. Sanz-Carrillo, C., García-Tamayo, J. Rubio, A., Santed, M. y Montoro, M. (2002). *Validation of the Spanish version of the Perceived Stress Questionnaire*. *Journal of Psychosomatic Research*, 52(3). [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(01\)00275-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(01)00275-6)
13. Levenstein, S., Prantera, C., Varvo, V., Scribano, M., Berto, E., Luzi, C. y Andreoli, A. (1993). *Development of the Perceived Stress Questionnaire: A New Tool for Psychosomatic Research*. *Journal of Psychosomatic Research*, 37(1). [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(93\)90120-5](https://doi.org/10.1016/0022-3999(93)90120-5)
14. Sosa, M. A., Can, A. R., López, M. y Espinoza, M. (2018). *La medición del estrés. Propuesta para una educación libre de estrés en jóvenes universitarios*. En *La Investigación y su Contribución a la Formación Profesional – Tomo 12* (pp. 1970-1975). Academia Journals. ISBN: 978-1-939982-40-7
15. Rojas, V. (2020). *Habilidades blandas en el currículo educativo*. Depósito Legal de la Biblioteca Nacional de Perú. Huancayo, Perú. [https://www.researchgate.net/publication/351424228\\_Habilidades\\_blandas\\_en\\_el\\_curriculo\\_educativo](https://www.researchgate.net/publication/351424228_Habilidades_blandas_en_el_curriculo_educativo)
16. Zepeda, M. E., Cardoso, E. O. y Cortés, J. A. (2019). *El aprendizaje orientado en proyectos para el desarrollo de habilidades blandas en el nivel medio superior del IPN*. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(19). <https://doi.org/10.23913/ride.v10i19.530>

## ANEXO

### Ítems del cuestionario

#### Habilidades socioemocionales en los estudiantes de la facultad de química de uaeméx. Estudio piloto 2021 a

1. Presto mucha atención a los sentimientos
2. Normalmente me preocupo por lo que siento
3. Normalmente dedico tiempo a pensar en mis emociones
4. Pienso que merece la pena prestar atención a mis emociones y estado de ánimo
5. Dejo que mis sentimientos afecten a mis pensamientos
6. Pienso en mi estado de ánimo constantemente
7. A menudo pienso en mis sentimientos
8. Presto atención a cómo me siento
9. Tengo claros mis sentimientos
10. Frecuentemente puedo definir sentimientos
11. Casi siempre sé cómo me siento
12. Normalmente conozco mis sentimientos sobre las personas
13. A menudo me doy cuenta de mis sentimientos en diferentes situaciones
14. Siempre puedo decir cómo me siento
15. A veces puedo decir cuáles son mis emociones
16. Puedo llegar a comprender mis sentimientos
17. Aunque a veces me siento triste, suelo tener una visión optimista
18. Aunque me sienta mal, procuro pensar en cosas agradables
19. Cuando estoy triste, pienso en todos los placeres de la vida
20. Intento tener pensamientos positivos, aunque me sienta mal
21. Si doy demasiadas vueltas a las cosas, complicándolas, trato de calmarme
22. Me esfuerzo por tener un buen estado de ánimo
23. Tengo mucha energía cuando me siento feliz
24. Cuando estoy enfadado, intento que se me pase
25. Siento que soy una persona que vale, al menos como los demás
26. Siento que tengo buenas cualidades
27. En general, me inclino a pensar que soy un fracaso
28. Soy capaz de hacer las cosas tan bien como los demás
29. Siento que no tengo mucho de qué presumir
30. Tengo una actitud positiva hacia mí mismo
31. En general, estoy satisfecho conmigo mismo
32. Desearía poder tener más respeto por mí mismo
33. A veces me siento inútil
34. A veces pienso que soy un bueno para nada
35. Me siento descansado
36. Siento que se me hacen demasiadas peticiones
37. Estoy irritable o malhumorado
38. Tengo demasiadas cosas que hacer
39. Me siento solo o aislado
40. Me encuentro sometido a situaciones de conflicto
41. Siento que estoy haciendo cosas que realmente me gustan
42. Me siento cansado
43. Temo que no pueda alcanzar todas mis metas
44. Me siento tranquilo
45. Tengo que tomar demasiadas decisiones
46. Me siento tenso
47. Mis problemas parecen multiplicarse
48. Siento que tengo prisa
49. Me siento seguro y protegido
50. Tengo muchas preocupaciones
51. Estoy bajo presión de otras personas
52. Me siento desanimado
53. Me divierto
54. Tengo miedo del futuro
55. Siento que hago cosas por obligación, no porque quiera hacerlas
56. Me siento criticado o juzgado
57. Me siento alegre
58. Me siento agotado mentalmente
59. Tengo problemas para relajarme
60. Me siento agobiado por la responsabilidad
61. Tengo suficiente tiempo para mí
62. Me siento presionado por los plazos de tiempo

# CONVOCATORIA

Premio a las Mejores Tesis de Licenciatura, Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas "Rafael Illescas Frisbie", edición 2023.

Fecha límite para la recepción de candidaturas:  
**16 de junio de 2023**

www.sqm.org.mx | contenidosacademicos@sqm.org.mx "La química nos une"

# Diplomado

## Historia de la Química mexicana

Dirigido a: investigadores, profesores, estudiantes de ciencias y humanidades

**Del 1 de abril al 9 de diciembre**

Diseño: Mariana Separa Salas

# CONVOCATORIA

Premio Nacional de Química "Andrés Manuel del Río", edición 2023.

- Área Académica
  1. Investigación
- Área Tecnológica:
  1. Desarrollo Tecnológico

Fecha límite para la recepción de candidaturas:  
**30 de junio de 2023**

www.sqm.org.mx | contenidosacademicos@sqm.org.mx "La química nos une"



Los invitamos al Diplomado "Historia de la Química Mexicana"

- Módulo I. La Química en el México Colonial
- Módulo II. Química y farmacia en el siglo XIX
- Módulo III. La tradición herbolaria: Los productos naturales
- Módulo IV. La Profesión Química en México
- Módulo V. La industria química en México
- Módulo VI. La Institucionalización de la investigación Química en México

En línea, a través del sistema de videoconferencias de la #SQM

Inscripciones: Existen tres posibilidades, para el diplomado completo, por módulo o por sesiones separadas. Se efectúa en línea. Dependiendo de la disponibilidad de recursos por parte de Conacyt dispondremos de becas completas o becas por el 50% de costo.

Duración: 136 horas  
 Costos: \$10,000.00 Público en general.  
 Costo por hora de conferencia impartida: \$50.00  
 Costo por sesión de dos horas (conferencia): \$500.00  
 Costo por día: \$1,000.00

50% de descuento en todas las opciones para miembros de la Sociedad Química de México, A.C.\*, del Colegio de Químicos Farmacéuticos Biólogos, Asociación Farmacéutica Mexicana, Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, Colegio Nacional de Ingenieros Químicos y Químicos y Academia Nacional de Ciencias Farmacéuticas.

\*Es posible afiliarse a la Sociedad Química de México al momento de inscribirse obteniéndose los beneficios que corresponden.

Más información:  
[contenidosacademicos@sqm.org.mx](mailto:contenidosacademicos@sqm.org.mx)  
<https://sqm.org.mx/diplomado-actualizacion-historia.../>

Los invitamos a formar su Sección Estudiantil

www.sqm.org.mx | contenidosacademicos@sqm.org.mx



La pandemia originada por la dispersión del virus Sars Cov-2 que produce Covid19 ha generado una crisis profunda en todos los ámbitos del quehacer humano; a la vez, esta crisis ha obligado a la humanidad a encontrar alternativas para rediseñar la manera de cómo afrontamos los retos personales y profesionales resultantes de esta crisis. La realización de eventos en línea ha permitido descubrir la potencialidad de esta estrategia para ampliar la difusión y alcanzar nuevos públicos.

A partir de la Expoquímica Online 2020, 2021 y 2022 nuevas empresas con diferentes giros e intereses en el campo de la química, ya no solo presentaron sus equipos, materiales y avances tecnológicos útiles en la educación, la investigación y la transferencia de tecnología, sino que además, presentaron los aspectos científicos que sustentan la operación de sus equipos a través de conferencias especializadas en las que se mostraron formas actualizadas de su uso y la manera de enfrentar nuevas problemáticas.

En cuanto al impacto de este evento comprende a los países de Iberoamérica y a la población hispanoparlante de Estados Unidos y Canadá, por lo que es posible difundir ampliamente los contenidos de la Expoquímica. El número de participantes en los eventos anteriores ha superado todas las expectativas iniciales.

Con estos antecedentes y anteponiendo siempre la salud y seguridad de nuestros asociados, amigos y simpatizantes de la SQM, tenemos el gusto de renovar nuestro compromiso con la Química, la ciencia de la reactividad, e invitar a las empresas del ramo químico, a las universidades en donde se enseña esta fascinante disciplina científica y en donde se realiza investigación científica en el campo, y a las editoriales especializadas, a participar en esta nueva edición de la **Expoquímica Online 2023**.

## Expoquímica Online 2023 A realizarse el 24 al 26 de mayo de 2023

La **Expoquímica Online 2023** tiene como objetivo principal llevar información de productos, servicios, avances tecnológicos y materiales útiles en la docencia y la investigación al público especializado; favoreciendo el intercambio de experiencias entre empresarios y representantes de empresas, académicos, investigadores, editoriales y personas relacionadas con las ciencias químicas, aprovechando las plataformas electrónicas de comunicación actuales.

Para ello, estamos proponiendo una serie de diversas actividades en línea que, como sabemos ya, son conferencias en línea que se realizan en tiempo real, para que las empresas interesadas puedan llegar a un mercado especializado, incrementando las posibilidades de obtener los resultados deseados con la focalización de los receptores de la información.

La **Expoquímica Online 2023**, contempla la participación de aquellas empresas, proveedoras de equipo científico, cómputo, materiales de consumo, reactivos, y otros materiales; así como las editoriales relacionadas con las ciencias químicas, para que encuentren a través de la Sociedad Química de México, A.C. estudiantes y clientes potenciales compartiendo su base de asociados y seguidores.

Estamos invitando a las **universidades** de todo el país que cuenten con licenciaturas y posgrado en Química para que den a conocer sus actividades en la **EXPOQUÍMICA ONLINE 2023**, en la **sesión especial del día 26 de mayo, del año en curso**.

Las Universidades tienen tres formas de participar, promoviendo sus programas de posgrado, sus laboratorios y medios tecnológicos para la vinculación con la Industria y los desarrollos para la transferencia tecnológica de patentes y marcas. Para esto hemos considerado ponencias de una hora de duración. Dentro de las diversas actividades en línea se pueden responder preguntas del público de manera directa y en vivo.

El evento iniciará cada día a las 10:00 (GMT -6) y finalizará a las 16:20. La asistencia técnica estará a cargo de la SQM así como la difusión del programa, de ponentes y temas, entre la cartera de asociados y simpatizantes de la organización.

Actualmente la base de datos de la SQM incluye más de mil personas/instituciones distintas y el impacto en redes sociales supera los 59 mil seguidores.

**\*Las Universidades que desean participar como ponentes y sean socios de la Red de Oficinas de Transferencia de Tecnología – OTT obtendrán un 50% descuento.**

## DURACIÓN

Las conferencias tendrán una duración hasta de 60 minutos distribuidos de la siguiente manera:

- 5 min de presentación de la Empresa y del experto.
- 30 min de exposición oral mediante una presentación.
- 20 min de sesión de preguntas.
- 5 min de conclusiones, despedida, anuncios de la empresa.

Se considera además una sesión de práctica previa a la actividad en línea en un día previo al de la charla

- Asistencia técnica
- Capacitación en el uso de la plataforma (previa al evento, el organizador le enviará los horarios)
- Formato de inscripción para los asistentes.
- 2 Anuncios de su empresa al comienzo y al final de la actividad en línea (opcional).
- Grabación de la actividad en línea.
- Encuesta de satisfacción de acuerdo con los intereses de la empresa.
- Difusión por nuestras redes sociales, emailing y página web dentro de la publicidad de la **Expoquímica Online 2023**.
- Inclusión del logo en la papelería digital del evento (ver las características del logo).
- Publicación de la Expoquímica online en el canal de YouTube de la SQM 4-5 meses después para que la difusión de estas actividades se mantenga a lo largo del año, alcanzando a mayor audiencia.

## Registro Expositor:

Llenar el siguiente [Formulario](#) y [Autorización de grabación de contenido](#) y [convenio](#), enviarlos a [soquimex@sqm.org.mx](mailto:soquimex@sqm.org.mx)

Importante: Si después de 5 días hábiles de enviado el formulario de registro, no ha recibido un correo de confirmación, por favor revise la bandeja de spam o correo no deseado.

## Recomendaciones para la actividad en línea exitoso:

- Definir un tema interesante, amplio y avanzado en el que se puedan conocer resultados medibles o una demostración en vivo del producto o servicio.
- Utilizar una presentación (power point), la transmisión con cámara web se realizará únicamente si se trata de demostraciones de equipo.
- No utilizar videos con audio, ni muchas animaciones en su presentación.
- No exceder del tiempo destinado de lo contrario la plataforma se cerrará en plena conferencia o les será interrumpido para dar paso a la siguiente actividad.
- Invitar expositores especialistas en el tema de interés
- Incluir anuncios
- Transmisión meses después y los videos cortos de 1 minuto para invitar a la audiencia.

## REQUERIMIENTOS

### A) Técnicos

- Computadora PC o Laptop
- Audio y micrófono (interna del equipo de cómputo o externo como manos libres o diadema)

### RECOMENDABLE)

- Conexión a internet (de preferencia alámbrica)
- Espacio sin ruidos externos.

### B) Programación ([ver formulario](#))

- Título de la actividad en línea.
- Horario (Seleccionar a partir del programa del evento).
- Seleccionar conferencia
- Objetivo.
- Semblanza del experto.
- Nombre del moderador.
- Descripción de la empresa (5 renglones máximo).
- Logo de la empresa en vectores.
- Presentación (1 semana antes del evento). Incluir el logo de la SQM y de su empresa del lado superior derecho. La SQM enviará los logos y características formales de la presentación.
- Enviar los archivos de Identidad Institucional / Empresarial (en caso de tenerlo).

## BENEFICIOS ADICIONALES

I. Los expositores, tendrán los siguientes beneficios adicionales:

**A)** la publicación y divulgación periódica de su logo y descripción de su empresa en nuestras redes sociales, páginas web, emailing, que tienen con un alcance de (5 mil a 30 mil usuarios).

**B)** la inclusión de su logo en los banners del evento.

2. Fecha límite para el registro del expositor **28 de abril**, por cuestiones logísticas del evento no se podrá incluir el logo ni la descripción de la empresa/editorial en la campaña publicitaria de la Expoquímica Online, después de esa fecha.

Pasando las fechas establecidas la SQM, no se hace responsable de los lugares disponibles ni de la publicidad de los participantes.

Para mayor información, contáctanos a los teléfonos de la SQM +52 55 56626837 o +52 55 56626823 o envíanos un correo electrónico a [soquimex@sqm.org.mx](mailto:soquimex@sqm.org.mx) con el asunto “Expoquímica Online, 2023”

Los expositores interesados en participar en la Expoquímica Online 2023, propondrán un tema libre y al ponente responsable. Las conferencias podrán abordar temas de actualidad relacionados con la empresa, una conferencia técnica, o bien la presentación de algún producto, servicio o equipo considerado de interés.

**VIDEOS para divulgar y publicar las actividades en línea en las redes sociales de la SQM que se presentarán en vivo en la EXPOQUÍMICA ONLINE 2023, que se llevará a cabo del 24 al 26 de mayo de 2023.**

La SQM está interesada y comprometida para difundir, a una audiencia más general y de manera continua, las valiosas contribuciones que se presentarán en vivo, durante la EXPOQUÍMICA ONLINE 2023, que se llevará a cabo del 24 al 26 de mayo de 2023, por lo que la grabaciones editadas estarán disponible en el Canal de Youtube de la SQM. Con el fin de invitar a la audiencia a participar, le proponemos preparar un video, con las características que se describen a continuación.

- Videos cortos de máximo 1 minutos de duración que se publicarán en las redes sociales.
- El encuadre del video centrado en el hablante, evitar poner la cámara enfocando de arriba hacia abajo o viceversa.
- Verificar que la distancia entre la cámara y el hablante no sea demasiada como para perder la atención en el entorno.
- La idea principal es divulgar y difundir su plática o conferencia a la audiencia, en las redes sociales.
- Se puede hacer un breve resumen de lo que se presentará o, bien hacer unas notas con las ideas principales y, de este modo, generar interés o curiosidad entre la audiencia.
- Se puede hacer también una mención a la empresa que presenta, haciendo notar el slogan (si es que hay) o características principales de la misma.
- Grabar el video de preferencia en proporción 4:3 o 16:9 con alta calidad, se puede usar el celular.

Enviar en formato MP4 o H.264

Por ejemplo:

Hola!! Soy eSpín, la mascota oficial de la Sociedad Química de México, una Asociación sin fines de lucro que persigue .... se hace la invitación a la audiencia para el día xxx de mayo que se llevará a cabo la expoquímica online 2023 donde la SQM tiene una participación muy interesante, te invito a que participes como asistente en nuestra plática y/o conferencia, titulada xxxx. Con este material podrás conocer más a fondo los programas y actividades que ofrecemos para todos ustedes!!!

Animate, forma parte de la SQM.

Te esperamos!!!

Hasta pronto, y no olvides que, "La química nos une"

**COSTO:**

**PARA EMPRESAS Y EDITORIALES**

El costo de espacios dentro de la programación de la Expoquímica Online 2023, es de \$5,500.00 (cinco mil quinientos pesos 00/100 M.N.) más IVA, considerando ponencias de una hora de duración máxima. Dentro de las diversas actividades en línea se pueden responder preguntas del público de manera directa y en vivo.

**PARA UNIVERSIDADES**

El costo del espacios dentro de la programación de la Expoquímica Online 2023, es de \$3,000.00 (tres mil pesos 00/100 M.N.) más IVA, considerando ponencias de una hora de duración máxima. Dentro de la actividad en línea se pueden responder preguntas del público de manera directa y en vivo.

*\*Las Universidades que desean participar como ponentes y sean socios de la Red de Oficinas de Transferencia de Tecnología – OTT obtendrán un 50% descuento.*

**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 BANORTE IXE 0278344310, sucursal 7564

**B. TRANSFERENCIA ELECTRÓNICA.** Por depósito interbancario a la cuenta INBURSA CLABE: 036180500371496588, o a la cuenta de BANORTE IXE, CLABE: 072180002783443102.

**Deberá enviar el comprobante del pago realizado, por correo electrónico, únicamente a la dirección: [soquimex@sqm.org.mx](mailto:soquimex@sqm.org.mx)**

**COMPROBANTE DE PAGO**

Para cualquier forma de pago, se deberá enviar la siguiente información junto con su comprobante de pago:

- Datos fiscales de la institución, empresa o editorial (enviar constancia de situación fiscal)
- (Nombre/Razón Social, RFC, correo electrónico, dirección).
- Uso del CFDI
- Forma de pago
- Método de pago

En caso de no enviar la información requerida y no poder comprobar el pago, se deberá cubrir la cuota nuevamente.

Por cuestiones fiscales, las facturas electrónicas se elaboran en el mes que se haya realizado su depósito o transferencia bancaria. Es importante que nos envíe los datos de facturación dentro de este plazo. No habrá facturación extemporánea.

# La experimentación en el laboratorio de Andrés Manuel del Río en la Ciudad de México: develando al vanadio

Mariana Ortiz Reynoso<sup>1\*</sup>, Gabriel Eduardo Cuevas Gonzalez-Bravo<sup>2</sup>

## Introducción

Andrés Manuel del Río y Fernández nació en Madrid en 1764. Estudió en la prestigiosa universidad de Alcalá de Henares, y por haber sobresalido en química, se le patrocinó su educación en la Academia de Minería de Almadén, y el gobierno también cubrió los gastos de su educación en Francia, Inglaterra y Alemania.

En París, estudió química con Jean d'Arcet (1724-1801) y en Alemania se inscribió a la Real Escuela de Minería de Freiberg donde hizo amistad con el barón Alexander von Humboldt. En la Real Escuela de Minería de Forestry, en Schemnitz (entonces Hungría), aprendió geometría, química analítica y metalurgia. Es posible que en una segunda estancia en París, trabajara con Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), a pesar de los agitados tiempos políticos propios de la Revolución Francesa, pero no hay consenso al respecto. (Villa Román, E. 2019, Puche-Riart, O. 2017)

En 1793, tras la expedición de un Real Decreto para la enseñanza en la Escuela de Minería de México, es invitado como catedrático por Fausto de Elhuyar a la Nueva España, y ahí, en la actual calle de Guatemala número 90 de la Ciudad de México, Del Río descubrió un nuevo elemento químico: el eritronio (hoy vanadio).<sup>1</sup>

### I. El descubrimiento

Los 118 elementos de la tabla periódica pueden agruparse, *grosso modo* en dos grupos; los que presentan el fenómeno de la radiactividad y los que no. (Romo de Vivar, 1987). Dos de los elementos no radioactivos se descubrieron en el continente americano.<sup>2,3</sup> El primero de ellos, el platino, lo encontró el español Antonio de Ulloa y de la Torre-Guiral (1716-1795) en una mina de oro del río Pinto del entonces territorio de Nueva Granada (hoy Colombia) en la expedición a Quito iniciada en 1735. Dado su parentesco con la plata, se le llamó platina. El platino fue estudiado por muchos personajes europeos, y fue ahí en donde se le caracterizó como un nuevo material, incluidos Joseph Louis Proust, en el Laboratorio Real de Madrid y el de Segovia, España, y el también célebre sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) en Estocolmo, quien corrigió su peso atómico. (Izquierdo, 1958). El segundo, el vanadio, fue caracterizado en 1801 como un nuevo metal por el profesor de Orictognosia del Real Seminario de Minería de México, Andrés Manuel del Río y Fernández (1764-

1849), al que entonces denominó eritronio, y lo obtuvo a partir del mineral plomo pardo de Zimapán, obtenido en la mina la Purísima del Cardenal, en Zimapán, Hidalgo. (Romo de Vivar, 1987).

El Real Seminario de Minería (RSM) fue el primer lugar en donde se integró la enseñanza del conocimiento científico en el continente americano con planes de estudio modernos y clases estructuradas. (Castillo Martos, 2005). Para dirigir el RSM se eligió a Don Fausto de Elhuyar de Zubice (1755-1833), un español de origen vasco educado en París y en la Escuela de Minas de Frieberg, Alemania. De Elhuyar había reemplazado la vacante de Proust en España donde adquirió experiencia en la técnica para *maleabilizar* el platino proveniente de Sudamérica. Los hermanos Fausto y Juan José De Elhuyar fueron los descubridores del tercer elemento de la tabla periódica realizado por el imperio español: el wolframio (más conocido como tungsteno), en el laboratorio de Química de la Real Sociedad Bascongada de amigos del País Vasco. (Castillo Martos, 2005; Weeks, 1935).

En México, Fausto de Elhuyar invitó a Andrés Manuel del Río, quien entonces se encontraba en París, a impartir la cátedra de Química en el RSM de México, pero la que aceptó fue la de Mineralogía u Orictognosia, para la cual preparó el texto *Elementos de Orictognosia*, que es la primera obra sobre mineralogía escrita en el continente americano. (Weeks, 1935). En esta institución se enseñó química moderna con ayuda del texto *Tratado Elemental de Química* de Lavoisier. (Aceves, 1990).<sup>4</sup>

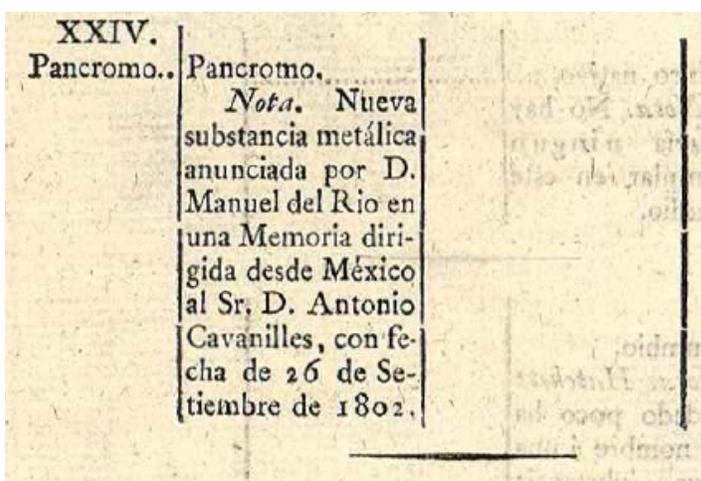


Figura 1. Texto en el que Andrés Manuel del Río da a conocer el vanadio en Europa. (Bargalló, 1962, p. 832).

<sup>1</sup> En 1813 concluye la construcción del inmueble diseñado por el arquitecto valenciano Manuel Tolsá, estrenando una nueva sede del Real Seminario de Minería de la Nueva España, que es el que se encuentra en la calle de Tacuba y que conocemos hoy en día como el Palacio de Minería. Se recomienda visitar la página: Ramos L., María de la Paz. (17 de enero de 2023). Guía del Patrimonio Científico y Tecnológico de la CDMX. El Colegio de México, disponible en: <https://patrimonio-cyt-cdmx.colmex.mx/real-seminario-de-mineria/>

<sup>1</sup> Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México

<sup>2</sup> Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México

\* mortizr@uaemex; gecgb@gmail.com

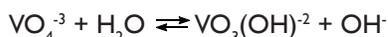
Andrés Manuel de Río notificó el descubrimiento de una nueva sustancia química en una memoria dirigida a Antonio Cavanilles, recuperada en la página 46 de la Introducción a las *Tablas comparativas de las sustancias metálicas* de Ramón Gil de la Cuadra (1775-1860), la cual se muestra en la figura 1. (de la Cuadra, 1803).

## II. La experimentación

La traducción de Andrés Manuel de Río de las *Tablas mineralógicas* de Dietrich Ludwig Gustav Karsten (1768 - 1810) incluye una nota al pie en las páginas 61 y 62 en la que describe el aislamiento del eritronio, siendo tal vez el único registro preservado de la técnica experimental empleada. (Karsten, 1804) Cabe destacar que este trabajo no fue realizado por él en solitario, sino que fue asistido por Manuel Cotero (1775-1830) y Manuel Ruiz de Tejada (1779-1863) (Izquierdo, 1958), quienes no han recibido el crédito que merecen.<sup>5</sup> Esta colaboración permitió el descubrimiento una nueva sustancia en la Ciudad de México, capital de la Nueva España, que presentaba un intenso olor a ajo y sus sales un color rojo intenso como propiedades distintivas. La descripción del proceso experimental es la que sigue: (Karsten, 1804).

*Habiendo destilado tres o quatro veces media onza en polvo con ácido sulfúrico diluido y lavado el residuo á cada vez, tuve una disolución verde, que saturada con exceso de amonia, me dio a pocos días costras compuestas de agujas en la superficie del líquido, ó estrellitas compuestas de pirámides muy agudas en las paredes de la copilla. Estos cristalinicos que eran blancos, lavados en muy poca agua, porque se disuelven en frío, y secados al ayre libre, tomaron el mas bello roxo de escarlata inmediatamente que tocaron una sola gota de ácido algo concentrado; quando estaba mas diluido, se ponían primero amarillos y luego rojos. Estos ácidos los disolvían sin descomponerlos. Lo mismo sucedía con la potasa, la sosa, la cal &c. excepto que los rombitos que dio la potasa solo se volvieron amarillos. (Karsten, 1804, p. 61.)*

Hoy se sabe que en la reacción alcalina se forma pentóxido de vanadio ( $V_2O_5$ ) y que a pH superior a 13 se forma la especie  $VO_4^{3-}$ . El equilibrio se desplaza en función de la acidez, de acuerdo con la Ecuación 1 a pH entre 2 y 6 la especie más abundante es el ion decavanadato de color anaranjado que coexiste en diversas formas protonadas. (Castillo-Martos, 2005).



**Ecuación 1.** Reacción alcalina de formación del ion vanadato (+5) (pH>13).

La descripción de Del Río continúa así: (Karsten, 1804)

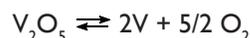
*Saturando el exceso de amonia con ácido nítrico, y concentrando un poco por la evaporación, obtuve después prismitas de sabor algo punzante y metálico, y de un bello roxo de aurora, que*

*parecían quadrangulares rectángulos apuntados con quatro caras puestas sobre las aristas.*

*Haciendo lo mismo con la sosa, me dio cristalinicos rojos de aurora, que parecían tablas quadrangulares oblicuángulas, y con la potasa, tabliticas quadrangulares rectangularas amarillas.*

*Poniendo 17.75 granos de las agujas formadas por la amonia baxo la mufia en un tiesto de porcelana, tomaron el mas bello roxo, sin perder la figura, y luego se fundieron en una masa opaca de color entre pardo de hígado y gris de plomo, con muy finas estrillitas en la superficie de lustre semimetálico, que pesó 11.75 grano. (Karsten, 1804, p. 62)*

Lo que Andrés Manuel de Río describió, fue la obtención del vanadio y, en términos químicos de hoy, se explica a través de la reacción descrita en la Ecuación 2:



**Ecuación 2.** Reacción para la obtención del vanadio.

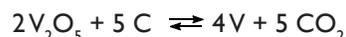
Del Río continúa la descripción, indicando algunas de las propiedades químicas del metal: (Karsten, 1804).

*No sufrió alteración alguna al fuego de la fragua en hora y media que se tuvo en un crisolito con carbon y con 1.25 granos de aumento. Se metió en una retorta con ácido nítrico: hubo vapores rojos al fin, y la sustancia se puso roxa; se repitió dos veces lo mismo; se aumentó al fin el fuego para desprender todo el ácido, y echando agua fría se volvió emulsiva.*

*Aclarada la emulsión con el tiempo, no enrojecía la tintura de rábano, aunque daba precipitados amarillos con las disoluciones nítricas de plata, mercurio y plomo, no con la muriática de último; precipitaba verde esmeralda el prusiato de calizo, y ponía verde obscura la tintura de agallas. El sedimento verde aceituna que se había formado se puso roxo instantáneamente con un poco de ácido nítrico, y la disolución amarillenta precipitaba un óxido verde con el zinc y el hierro. Al soplete con bórax tomaba también el vidrio un color verde hierba.*

*Al soplete sobre carbón se funde grácilmente con efervescencia, dando olor de ajo, y se reduce á globulitos de lustre metálico; pero no se cuaja en vidrio poliedro como el verde. (Karsten, 1804, p. 62)*

Una segunda manera de obtener el vanadio puro, sucede de acuerdo con la reacción descrita en la Ecuación 3.



**Ecuación 3.** Reacción alternativa para la obtención del vanadio, que es la que se obtendría al soplete, con el carbón.

<sup>2</sup> En realidad, al menos para el platino, el término correcto es re-descubrimiento, ya que los habitantes originarios de América conocían este metal y elaboraban joyas con él. Bersæ valoró el conocimiento de metalurgia de polvos de estos pueblos como asombroso. Véase: McDonald, Donald & Hunt, Leslie B.A History of Platinum and its Allied Metals. Johnson Marrhey Plc. 1982.

<sup>3</sup> Para ver la tabla periódica con los países en donde se descubrieron los elementos, véase: Schultz, C. (18 de enero de 2023). The periodic table of elemental discoveries. Smithsonian Magazine, disponible en: <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/the-periodic-table-of-elemental-discoveries-1773011/>

<sup>4</sup> Cabe mencionar que gracias a los hallazgos de la Dra. Patricia Aceves Pastrana, sabemos que la primera traducción al castellano del libro de Lavoisier fue realizada por uno de los miembros de la Real Expedición Botánica a la Nueva España, el farmacéutico Vicente Cervantes Mendo (1758 - 1829). Véase: Pastrana, Patricia Aceves. "Tradición y modernidad en la Nueva España: Estudios sobre aguas minerales (s. XVII-XVIII)." Lluç: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas 19, no. 37 (1996): 325-346.

Finalmente, Del Río habla sobre la concentración del nuevo metal en el mineral plomo pardo y expone su propuesta para nombrarla.

*La proporción de las partes por quintal de plomo pardo es de 80.72 de óxido amarillo de plomo, y 14.80 de esta nueva substancia, siendo lo demás un poco de arsénico, óxido de hierro y ácido muriático.*

*Su combinación con la amonia no se amalgamó con el mercurio.*

*Pareciéndome nueva esta sustancia, la llamé pancromio por la universalidad de colores de sus oxidos, disoluciones, sales y precipitados, y después eritronio por formar con los alkalis y las tierras sales que se ponían roxas al fuego y con los ácidos.* ((Karsten, 1804, p. 62)

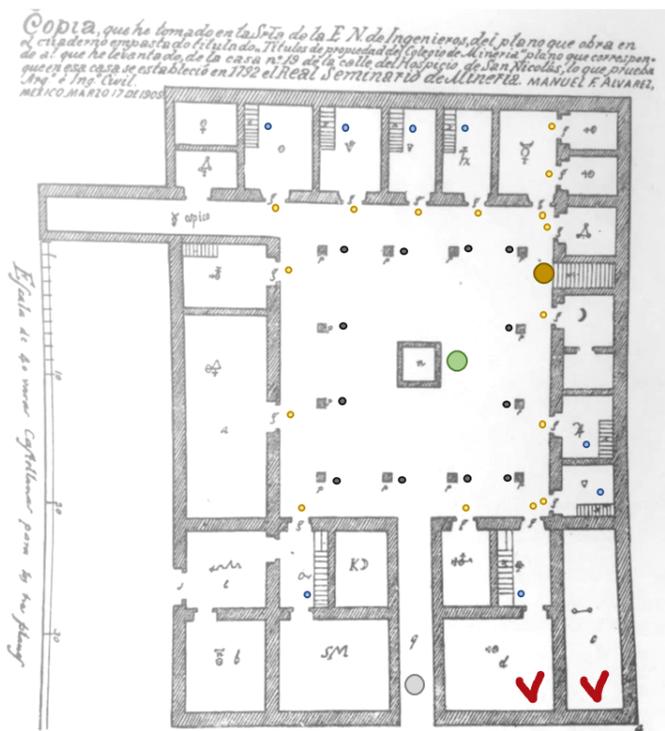
### III. El escenario de la experimentación

Esta impresionante experimentación se condujo en el *elaboratorio* (que no laboratorio, como decimos ahora) del que disponía Andrés Manuel del Río en la primera sede del RSM. El profesor Modesto Bargalló describe así el lugar en donde se realizaron los experimentos, ... *en una antigua cochera, en funciones de laboratorio, del caserón del Real Seminario de Minería de la actual calle de Guatemala nº 90 de la capital de México, descubre un nuevo elemento químico al analizar una mena de plomo pardo procedente de la mina "La Purísima" del Cardonal (Zimapan, estado de Hidalgo, México).* (Bargalló, p. 325).

De acuerdo con el médico e historiador José Joaquín Izquierdo (1893-1974), en 1909 se encomendó al arquitecto e ingeniero Manuel Francisco Álvarez (1842-1926) hacer el levantamiento de los planos de los predios localizados entre los números 88 y 92 de la calle de Guatemala. Izquierdo encontró que los planos coincidían perfectamente con tres planos que había realizado el teniente coronel del Regimiento de Dragones Diego García Conde (1760-1825) en 1793, los cuales fueron grabados en 1807 para su protección, por disposiciones de la ciudad. (Izquierdo, 1958)

En el plano de la planta baja original de la figura 2, el pasillo s llevaba a la iglesia; los *elaboratorios* se indican con las letras *c* y *d*. Las escaleras se marcan con una *x* y las puertas que comunican las diferentes habitaciones se marcan con la grafía *g*. La letra *m* indica la escalera principal. El portal que lleva de la entrada hasta el patio central se indica con la *q*. A la fuente central se le asignó la letra *n* y una *p* indica cada uno de los pilares de los corredores. Se llegaba al hospicio a través del pasillo marcado con uno de los símbolos de la afinidad, lo que es curioso, dado que se emplearon diferentes símbolos químicos en el plano para hacer indicaciones. (Izquierdo, 1958).

En la plata alta que ilustra la figura 3, se indica con la letra *m* la ubicación de la biblioteca y con la letra *n* el salón que ocupaba el tribunal que contaba con dos antecelas. Éste es el lugar donde se



- ✓ c: laboratorio
- ✓ d: laboratorio
- x: escaleras
- g: puertas
- m: escalera principal
- q: portal hacia el patio central
- n: fuente central
- p: pilares de los corredores

Figura 11.—Plano de la planta baja del primitivo Real Seminario de Minería, levantado hacia la época de su inauguración, copiado por el ingeniero don Manuel F. Álvarez, en 1909.<sup>5</sup>

Figura 2. Plano de la primera planta del original del Real Seminario de Minería. Modificado de: Izquierdo, 1958, p. 42.

<sup>5</sup> La falta de reconocimiento a Cotero y Ruiz de Tejada es deuda del sistema científico mundial para reconocer el extraordinario mérito de los técnicos o asistentes de laboratorio, quienes ponen su esfuerzo en el logro del proyecto planteado y a menudo hacen más que tan sólo seguir un procedimiento al pie de la letra.

<sup>6</sup> Sobre estos profesores del RSM, también puede consultarse un fragmento del archivo original en la biblioteca general de la Universidad Autónoma de Nuevo León, disponible en: [http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080019695/1080019695\\_09.pdf](http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080019695/1080019695_09.pdf)

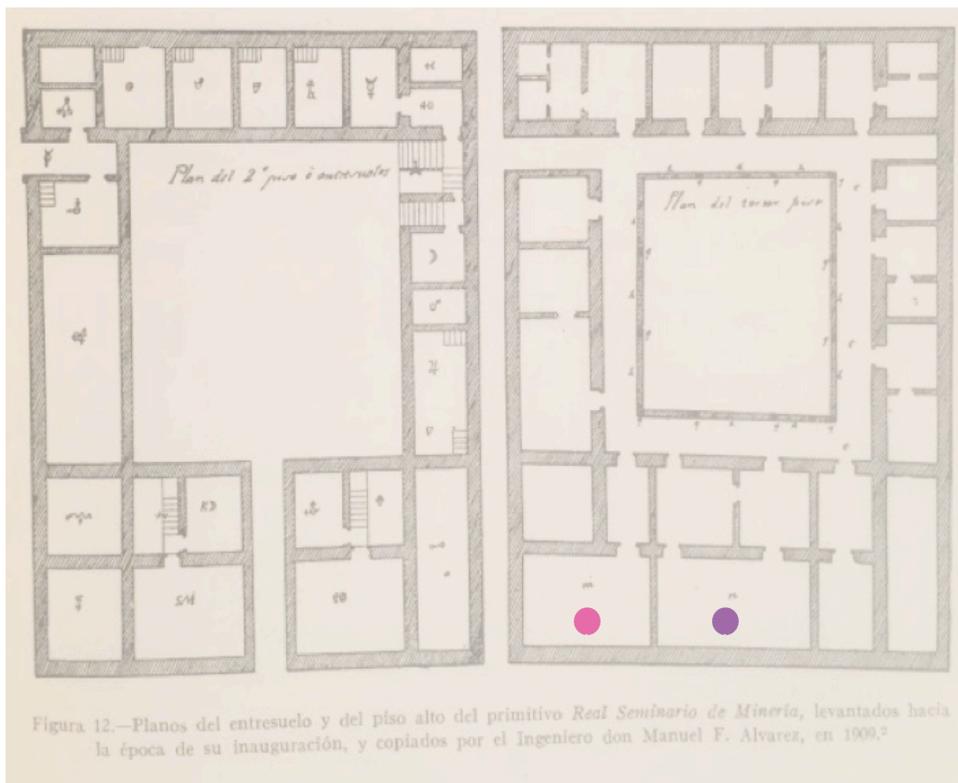


Figura 3. Planos de las plantas altas del RSM en su situación original. Modificado de Izquierdo, 1958, p. 43.

realizó la inauguración solemne de la institución el 1 de enero de 1792. Allí tomaron posesión de sus cargos el rector, el vicerrector y los profesores requeridos para el primer año: Andrés José Rodríguez (1778-?), Mariano Chanin, Estevan González (¿-1818) y Bernardo Gil, para impartir matemáticas, francés, dibujo técnico y dibujo figurativo, respectivamente. (Izquierdo, 1958).<sup>6</sup> Gracias a los planos aún disponibles, conocemos la ubicación exacta del laboratorio en el que Andrés Manuel del Río trabajó y en donde descubrió y purificó el vanadio. En la figura 4 se muestra el levantamiento de la planta baja y el entresuelo (indicados con las letras c y d, en el plano intervenido, con la marca **V**).

La química experimental en México inició en estas dos piezas, pero también en el patio central del inmueble, donde se construyeron los hornillos para el ensayo de minerales.

#### IV. El equipamiento del laboratorio

En las técnicas experimentales descritas arriba se describe el uso de una balanza precisa para pesos pequeños, crisoles de porcelana de diversos tamaños, equipo de destilación, mufla y fragua, copillas de diferente tamaño y capacidades, retortas, sopletes de diversos tamaños. Se tiene registro de que el profesor del RSM Luis Fernando Lindner Lindertal (1763-1805)<sup>7</sup> recibió una serie de instrumentos y equipo provenientes de Londres para instalar el laboratorio del RSM; entre ellos, una balanza para pesos grandes, una balanza de ensayo, dos eudiómetros, un eudiómetro eléctrico de Volta, dos equipos químico-neumáticos de Watt, un aparato para componer agua con aires, una lente ustoria, un balón de Priestley para convertir el aire en ácido, alambiques, crisoles, morteros, evaporatorios, balones, jarros, botellas, etc., con un costo de 544 libras, quince chelines y siete peniques. (Izquierdo, 1958, p. 116).

Figura 4. Planos del laboratorio donde Andrés Manuel del Río realizó el aislamiento y la purificación del eritrorio (hoy vanadio).

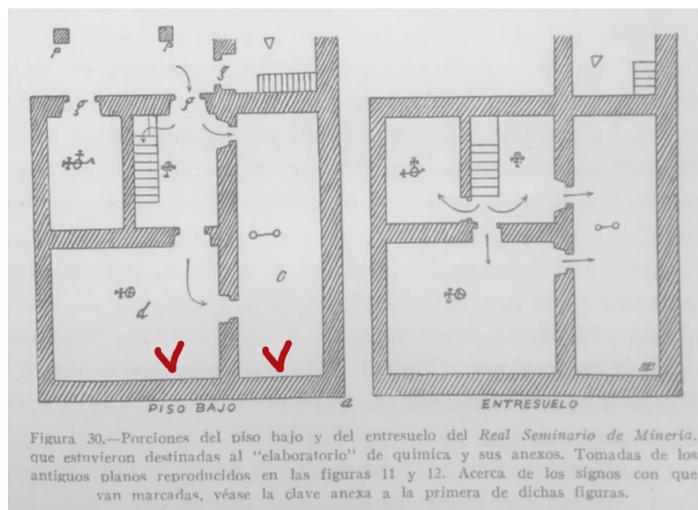


Figura 4. Planos del laboratorio donde Andrés Manuel del Río realizó el aislamiento y la purificación del eritrorio. Modificado de: Izquierdo, 1958, p. 117.

Alexander von Humboldt, en su *Ensayo político* elogiosamente se refiere a la infraestructura disponible en México para realizar trabajo en química (Humboldt, 2014, pp. 80-81). Izquierdo describe que las condiciones eran complicadas; por ejemplo, se sufrían inundaciones (Izquierdo p. 117) y ataques de plagas. (Izquierdo p. 118) Bajo este contexto, el trabajo realizado por Del Río fue extraordinario.

V. ¿Por qué se debe preservar este patrimonio?

Recientemente, el Ayuntamiento de Madrid aprobó unánimemente la propuesta para asignar el nombre de Andrés Manuel del Río Fernández a algún espacio público o edificio de carácter científico, por tratarse del descubridor del vanadio. (Ayuntamiento de Madrid, 2020). En México, la contribución de Del Río puede honrarse de una manera precisa, puesto que conocemos la ubicación exacta del lugar en donde se verificó el descubrimiento del vanadio a partir del plomo pardo de Zimapán. El predio está en la calle de Guatemala 90, en el Centro Histórico de la Ciudad de México. Tras haber sido adaptado para la vivienda y sufrir un desgaste profundo por sus antiguos moradores, al cobijo de la conocida "ley de la renta congelada" mexicana de los años cuarenta del siglo XX (DOF, 1942), (tan populista como destructiva), para fortuna del patrimonio científico de México, el inmueble histórico se encuentra recuperado y rescatado, y pasó a ser administrado por la Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería (SEFI) de la Universidad Nacional Autónoma de México, por medio de un convenio de comodato.

En los años noventa del siglo pasado, el edificio fue restaurado y se encuentra en óptimas condiciones, gracias a los fondos acopiados por la SEFI, y con financiamiento del gobierno de Alemania, otorgado gracias a la estancia de Humboldt en el RSM.

Hoy en día la SEFI tiene planes para convertir el inmueble en un museo de la ingeniería mexicana. La Sociedad Química de México participa en esta iniciativa y ha propuesto transformar una bodega que ocupa el otrora *elaboratorio* de los profesores Andrés Manuel del Río, Manuel Coteró y Manuel Ruiz de Tejada en un espacio museístico interactivo que muestre cómo era el laboratorio en donde se descubrió un elemento químico en territorio mexicano. Queremos hacer una aportación a la cultura material de México para mostrar al mundo cómo se hacía ciencia en el siglo XVIII novohispano. La finalidad es crear una galería que reproduzca el *elaboratorio* del RSM con elementos lúdicos para el aprendizaje. Así, podremos recuperar la memoria y la identidad científica, y honrar el trabajo de Del Río y colaboradores, y difundir el contexto en el que se descubrió el vanadio. Con este sitio, conmemoraremos la fundación y vida de la primera institución en el país dedicada a la docencia y a la investigación científica, que además ha dado luz a las y los ingenieros, químicos, farmacéuticos y otros científicos de esta nación.

## Referencias

1. Aceves-Pastrana, P. La difusión de la química de Lavoisier en el Real Jardín Botánico de México y en el Real Seminario de Minería (1788-1810). *Quipu* 1990,7,5-35.
2. Bargalló M. *La minería y la metalurgia en la América Española durante la época colonial*. Fondo de Cultura Económica. 1955. México. P. 325.
3. Bargalló M. *Tratado de Química Inorgánica Fundamental y Sistemática*. Editorial Porrúa. México. 1962 p. 832.
4. Castillo-Martos, M. *Creadores de la Ciencia Moderna en España y América. Ulloa, los de Elhuyar y Del Río descubren el platino, el wolframio y vanadio*. Muñoz Moya. Editores Extremeños. Brenes, 2005.
5. De la Quadra, R. Tablas Comparativas de las sustancias metálicas. *An. Ciencias Nat.* 1803, 6, 1-46.
6. Diario Oficial de la Federación. 24 de julio de 1942, DECRETO por el cual se previene que no podrán ser aumentadas las rentas por ocupación de inmuebles, mientras rija la suspensión de garantías individuales. Disponible en: <http://dof.gob.mx/index.php?year=1942&month=07&day=24> (Fecha de Consulta 15 de agosto de 2022).
7. Humboldt, A. v. *Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España*, Colección Sepan cuantos..., Editorial Porrúa, 7ª Edición, 2014. pp. LXXV.
8. Izquierdo J.J. *La primera casa de las ciencias en México. El Real Seminario de Minería (1792-1811)*. Ediciones Ciencia. México. D.F. 1958.
9. Karsten D. L. G. *Tablas Mineralógicas 1800*, 3er. Ed., Del Río, A.M. (traductor), Mariano J. de Zúñiga y Ontiveros. Ciudad de México. 1804, pg. 61-62.
10. Lavoisier, A.L., *Tratado elemental de Química*, traducción al Castellano para el Real Seminario de Minería de México, Mariano Zúñiga y Ontiveros, 1797. Aceves-Pastrana. P. (ed.), Edición facsimilar. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, 1990.
11. McDonald, Donald & Hunt, Leslie B. *A History of Platinum and its Allied Metals*. Johnson Marrhey Plc. 1982.
12. Pinto Cañon, Gabriel. Iniciativas del Ayuntamiento de Madrid para resaltar la labor de Andrés Manuel del Río, el madrileño que descubrió el vanadio. *Anales de Química*, 116(1), 2020, 38-42.
13. Puche-Riart, O. Andrés Manuel del Río. Estudio Crítico. Biblioteca Virtual de Polígrafos. 2017. <http://dx.doi.org/10.18558/FIL142> Consultada 19 de enero de 2023.
14. Romo de Vivar, A. *Química, Universo Tierra y Vida. La Ciencia para todos*. No, 51. Fondo de Cultura Económica. México. 1987.
15. Villa Román, E. <https://www.eluniversal.com.mx/mochilazo-en-el-tiempo/el-elemento-quimico-descubierto-en-mexico> Consultada 19 de enero de 2023.
16. Weeks, M. E. The scientific contributions of Don Andres Manuel del Rio. *Journal of Chemical Education*, 12(4), 1935, 161.

