

ENCUENTRO CON LA QUÍMICA



UNA REVISTA DE LA SOCIEDAD CUBANA DE QUÍMICA

Volumen 5. Número 1. Año 2019



Encuentro con la Química

Volumen 5 - Número 1

Enero – Abril, 2019

PORTADA



Imágenes tomadas de
GuoGuiyan Wallpapers

Elaborada por:



Claudia Iriarte Mesa

GRUPO EDITORIAL

Editora:
MSc. Claudia Iriarte Mesa
ciriarte@fq.uh.cu

Colaboradora:
Dra. Rebeca Vega Miche
vega@fq.uh.cu

Composición y producción:
MSc. Claudia Iriarte Mesa
ciriarte@fq.uh.cu

Editorial	1
<i>Los premios anuales de la Sociedad Cubana de Química del 2018</i> Lourdes Zumalacárregui de Cárdenas	2
<i>Premiación de la VII Olimpiada Nacional de Química, Bioquímica e Ingeniería Química</i> Loreley Morejón Alonso	7
Tabla Periódica	
<i>2019, Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos</i> Margarita Suárez Navarro	9
<i>2019: Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos</i> Leonardo González Ceballos	12
<i>Algunas sorpresas que esconde la Tabla Periódica</i> Lázaro Adrián González Fernández	17
Investigación Química	
<i>Nanopartículas magnéticas en aplicaciones biomédicas</i> Alicia M. Díaz-García	20
<i>Adhesivos cianoacrilicos: Una alternativa viable para el sellado de heridas</i> Daylín Aurora Batista Marrero	24
Enseñanza de la Química	
<i>Nuestro lugar en la ciencia citable</i> Luis Alberto Montero Cabrera	29
<i>Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 12: El resumen de un artículo científico</i> Manuel Álvarez Prieto	32
<i>Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 13: La introducción de un artículo científico</i> Manuel Álvarez Prieto	37
Ciencia y Sociedad	
<i>Comentarios sobre la función social de la ciencia y el papel de la universidad</i> Jorge Núñez Jover	44
<i>Ciencia, Tecnología e Innovación y Agenda 2030</i> Lázaro A. González Fernández y Yolier Izquierdo Cuellar	49
<i>Tarea Vida: papel de la Ciencia en su construcción</i> Lázaro A. González Fernández y Yasmani Pérez Forteza	57
Historia de la Química	
<i>Sociedad Cubana de Química: 40 Años de Historia (Parte I)</i> Loreley Morejón Alonso	61
<i>Premios Nobel de Química en femenino</i> Dunia Rodríguez Heredia	69
<i>Lise Meitner, Rosalind Franklin y los Premios Nobel, ¿de Química?</i> Dunia Rodríguez Heredia	84
<i>Se gradúa la primera mujer en ciencias físico químicas en la Universidad de la Habana, 1888</i> Rebeca Vega Miche	88
<i>Pionero de la Química Física en Cuba. Eudaldo Yraiz Muñoz Justiz (1901- ?)</i> Rebeca Vega Miche	90
<i>Apuntes sobre el Laboratorio de Química Computacional y Teórica</i> Roy González Alemán	92



Dedicada al Año
Internacional de la Tabla
Periódica de los Elementos
Químicos

Noticias

<i>Memorias del 33º Congreso Latinoamericano de Química (33-CLAQ) y X Congreso de Ciencias Químicas, Innovación y Tecnología (QUIMICUBA'2018)</i>	
Loreley Morejón Alonso	100
<i>Festival de la Clase Félix Varela, II Edición en la Universidad de La Habana</i>	
Marcos Muñoz Arias	108
<i>Grupo Científico Estudiantil: reactor de jóvenes investigadores</i>	
Juan Pablo Figueroa Macías	111
<i>Primera Circular JCE 2019</i>	
Juan Pablo Figueroa Macías	113

Entretenimientos

<i>Curiosidades relacionadas con la Tabla Periódica de los Elementos Químicos</i>	
Margarita Suárez Navarro	116
<i>Curiosidades de los Premios Nobel de Química</i>	
Dunia Rodríguez Heredia	119
<i>Crucigrama</i>	
Carlos Javier Hernández Sampedro	124
Normas de publicación de la revista Encuentro con la Química	127

Editorial



Hace ya 4 años apareció el primer número de *Encuentro con la Química*. Desde entonces la revista se ha convertido en un espacio para divulgar el quehacer de los profesionales del país vinculados a esta ciencia. Muchas han sido las personas que han colaborado con la revista y que han contribuido a la calidad y aceptación con la que cuenta este material. No podemos dejar de mencionar a la Prof. Dra. Margarita Suárez Navarro. Sin ella la materialización de este sueño no hubiera sido posible. Fue la creadora de *Encuentro con la Química* y durante estos 4 años, más que la editora de la revista, el alma y motor impulsor de la misma. A la profe Margarita agradecemos infinitamente la dedicación y el tesón con que asumió esta tarea. A ella va dedicado este número, que una vez más contó con su apoyo y sus sabios consejos.

Se inicia el 2019 y nuestra revista se suma a la celebración del *Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos*, declarado así por la Asamblea General de Naciones Unidas con motivo de cumplirse el 150 aniversario del descubrimiento del Sistema Periódico por Dimitri Mendeleiev. En este primer número del 2019 inauguramos una sección dedicada a la Tabla Periódica, con el propósito de homenajear a este sistema convertido en un símbolo para nuestra comunidad. La sección de Entretenimientos también va dedicada a este acontecimiento.

Como es habitual contamos con la sección de Investigación Química, donde se aborda el empleo de las nanopartículas de óxido de hierro en biomedicina, así como el papel de los adhesivos cianoacrilicos en el sellado de heridas, temáticas de gran interés y actualidad.

Además, aparecen artículos relacionados con la Enseñanza de la Química, los cuales pretenden orientar a los jóvenes en aspectos relacionados con la redacción de artículos científicos y sobre el estado de la ciencia citable en el país.

Resaltamos en la sección de Historia de la Química el papel de la mujer en las investigaciones científicas, y los obstáculos que ha tenido que atravesar para ganarse un merecido lugar en la ciencia. Además, se incluyen artículos relacionados con la historia de la Sociedad Cubana de Química, los orígenes del Laboratorio de

Química Computacional y Teórica (LQCT) de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana y la obra de uno de los químicos cubanos más destacados del siglo XX: Eudaldo Yraiz Muñoz Justiz.

En este número también retomamos la sección Ciencia y Sociedad donde aparece un artículo relacionado con la función social de la ciencia y el papel de la universidad en su desarrollo. También se incluyen dos trabajos sobre la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible y el papel de la ciencia en la Tarea Vida.

Nos complace contar con la colaboración de estudiantes motivados por divulgar la labor de la FEU en el desarrollo de la Química. A todos ellos le agradecemos su colaboración en este número y esperamos continuar fortaleciendo los vínculos entre esta prestigiosa organización y nuestra revista.

En la sección de Noticias incluimos además las memorias del pasado Congreso Latinoamericano de Química (33-CLAQ) y X Congreso de Ciencias Químicas, Innovación y Tecnología (QUIMICUBA'2018) donde se seleccionó a la nueva junta directiva de nuestra sociedad. También aparecen noticias relacionadas con los premios anuales de la Sociedad Cubana de Química del 2018 y los resultados de la VII Olimpiada Nacional de Química, Bioquímica e Ingeniería Química.

Esperamos que este número sea del agrado de todos los profesionales relacionados con los distintos perfiles de la Química y exhortamos a que nos envíen sus contribuciones para permitirnos divulgar nuestro accionar en esta hermosa ciencia.

Encuentro con la Química les desea a todos nuestros lectores un feliz 2019.

Claudia Iriarte Mesa
Editora

Lourdes Zumalacárregui de Cárdenas

Facultad de Ingeniería Química
Universidad Tecnológica de la Habana, José Antonio Echeverría

lourdes@quimica.cujae.edu.cu



La Sociedad Cubana de Química estimula anualmente a los más destacados en cada una de las principales esferas de trabajo de nuestra Sociedad: Química, Bioquímica, Ingeniería Química y Enseñanza de la Química. Además, se reconoce a los jóvenes profesionales y estudiantes más destacados, continuadores de la tradición de los profesionales cubanos.

El proceso de otorgamiento se inicia con la recepción de las propuestas, para cada categoría, hechas por algún grupo de la Sociedad o al menos por uno o más de los afiliados. Los candidatos deben ser miembros

de la Sociedad desde al menos el año anterior a la fecha de la propuesta.

Un jurado, integrado por cinco personas galardonadas anteriormente con un Premio Nacional, analiza cada una de las propuestas recibidas, seleccionando así los premiados del año.

En esta ocasión, el proceso de otorgamiento se inició en noviembre del 2018 con la convocatoria y terminó con la entrega de los premios el 18 de enero del 2019. Se recibieron 21 propuestas, cuya distribución se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. *Propuestas para optar por un Premio Nacional de la Sociedad Cubana de Química*

	Química	Bioquímica	Ingeniería Química	Enseñanza	Joven	Estudiante
UH	5	1		1	2	5
UCLV	1	1	1	1		
UO				1		
CIM	1					
CM				1		

UH: Universidad de La Habana; **UCLV:** Universidad Central Marta Abreu de Las Villas; **UO:** Universidad de Oriente; **CIM:** Centro de Inmunología Molecular; **CM:** Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba.

El jurado en esta ocasión estuvo integrado por los doctores Isel Pascual Alonso, Jorge Antonio Pino Alea, Luis Cruz Viera, Leslie Reguera Núñez y Lourdes Zumalacárregui de Cárdenas (Presidente).

Luego de un amplio intercambio de criterios entre los miembros del jurado, se llegó a los siguientes seis acuerdos:

- **Acuerdo No. 1.** Otorgar el Premio Nacional de Química al Dr. Luis Alberto

Montero Cabrera de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana.

- **Acuerdo No. 2.** Otorgar el Premio Nacional de Bioquímica al Dr. Anselmo Jesús Otero González de la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana.
- **Acuerdo No.3.** Otorgar el Premio Nacional de Ingeniería Química al Dr. Iván Leandro Rodríguez Rico de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- **Acuerdo No. 4.** Otorgar el Premio Nacional de Enseñanza de la Química a la Dra. Margarita Edelia Villanueva Tagle de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana.
- **Acuerdo No. 5.** Otorgar el Premio Nacional al Joven más Destacado a la Dra. Aymara Cabrera Muñoz de la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana.
- **Acuerdo No. 6.** Otorgar el Premio Nacional al Estudiante más Destacado a Anthuan Ferino Pérez del Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas de la Universidad de La Habana.

Relatar la trayectoria de cada uno de los premiados superaría el espacio disponible, por lo que a continuación, aparece una síntesis de los aspectos más sobresalientes de la trayectoria de cada uno.

Luis Alberto Montero Cabrera se graduó en 1968 en la carrera de Licenciatura en Química en la Universidad de La Habana, siendo el graduado más destacado integralmente. Se graduó de Doctor en Ciencias Naturales en la



Universidad Técnica de Dresde, Alemania con la calificación de Magna cum Laude en 1980 y obtuvo el grado de Doctor en Ciencias en la Universidad de La Habana en el 2012. Es Profesor Titular, Investigador Titular, Profesor Emérito de la Universidad de La Habana y Académico de Mérito de la Academia de Ciencias de Cuba, habiendo sido Académico Titular desde el 2006. Tiene 173 publicaciones científicas. Es autor de dos libros como editor y de uno como autor. Ha dirigido 22 tesis doctorales defendidas exitosamente. Fue de los primeros vicepresidentes de la Sociedad Cubana de Química y ha sido miembro de la Sociedad Americana de Química. Fui electo vicepresidente de la Sociedad Cubana de Química en 2009 y presidente desde 2012 hasta 2016, siendo electo como su presidente de honor desde 2018. Entre los premios recibidos se destacan: Orden Carlos J. Finlay, seleccionado entre los “Educadores Destacados del Siglo XX” por la Asociación de Pedagogos de Cuba, Orden Frank País de 1er y 2do grado, cinco Premios de la Academia de Ciencias de Cuba, Medalla de la alfabetización, Medalla "Rafael María de Mendive", Distinción por la Educación Cubana, La Habana, Medalla "José Tey", Premio anual de Salud, entre otros.

Anselmo Jesús Otero González se graduó de



Licenciatura en Microbiología en la Universidad de La Habana en el año 1978. Recibió el título de Dr. en Ciencias Biológicas en 1987 y el de Doctor en Ciencias en el 2008. Es Investigador Titular de la Universidad de la Habana desde hace 20 años y anteriormente trabajó 11 años en el Centro Nacional de Investigaciones Científicas y 9 años en el Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kourí”. Es Jefe del grupo de Péptidos Antimicrobianos del Centro de Estudios de Proteínas. Cuenta con 98 publicaciones científicas. Ha sido tutor

de siete Tesis de Doctorado. Desde 1980 sus trabajos han alcanzado la categoría de logros científicos, entre los que se destacan 7 premios de la Academia de Ciencias de Cuba y la Distinción Especial del Ministro de Educación Superior.

Iván Leandro Rodríguez Rico comenzó a trabajar en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas en 1978. Actualmente es Profesor Titular e Investigador



Titular. Ha sido tutor de 14 tesis de doctorado, 26 tesis de Maestrías y más de 60 trabajos de diplomas, fundamentalmente de la carrera de Ingeniería Química. Tiene más de 80 publicaciones científicas entre libros, capítulos de libros y artículos. Ha recibido diversos reconocimientos y premios entre los que destacan la Orden Carlos J. Finlay, Medalla por la Educación Cubana, Premios de la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado a programas en lo que está vinculado o ha dirigido, premios nacionales y provinciales y de innovación tecnológica de la Academia de Ciencias de Cuba y del CITMA, así como distinciones del Ministro de Educación Superior.

Margarita Edelia Villanueva Tagle tiene 45 años de experiencia en la docencia universitaria, manteniendo una labor ininterrumpida de docencia directa en el aula. En 1996 defendió la



Maestría en Química Analítica en la Facultad de Química de la Universidad de La Habana. En el 2000 obtuvo el título de Doctor en Ciencias Químicas, en el 2006 la categoría docente de Profesor Titular, en el 2017 la categoría de Profesor Consultante y en el 2018 el título de Profesor Emérito de la Universidad de La Habana. Se destaca como educadora en

la formación integral de los estudiantes, labor que realiza de forma sistemática y a la que contribuye su actitud ejemplar. Desde hace más de 15 años se desempeña como profesora principal de la disciplina de Química General en la carrera de Química. Es miembro de la Comisión Nacional de la Carrera de Química desde el año 2000. Dirigió nueve tesis de maestría de la Universidad de La Habana y de la Universidad de Oriente. Ha dirigido cuatro tesis de doctorado en Ciencias Químicas. Ha publicado 51 artículos científicos y cuatro libros. Recibió las distinciones siguientes: Rafael María de Mendive, José Tey, Distinción por la Educación Cubana, Sellos 250 y 270 Aniversario de la UH, Diploma por más de 30 años de trabajo en la Educación Superior, Orden Frank País de 1ro y 2do grado. En 2017 recibió la distinción de “Profesora Invitada” de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. En el 2017 recibió el premio por el Conjunto de la Obra Científica.

Aymara Cabrera Muñoz se graduó de licenciada en Bioquímica en el 2008. Es Profesora Asistente y recientemente concluyó satisfactoriamente los ejercicios para Profesora



Auxiliar. Se graduó de Máster en Bioquímica en el 2013 y defendió el Doctorado en Ciencias Biológicas en el 2016. Es miembro de la comisión de Nacional de Carrera de Bioquímica y Biología Molecular. Es Joven Asociada de la Academia de Ciencias de Cuba. Tiene seis publicaciones de artículos científicos y anotaciones en bases de datos. Entre los reconocimientos recibidos se destacan el de Estudiante Destacado en Docencia y Título de Oro de la Graduación de Bioquímica, miembro de los colectivos de investigación destacados reconocidos por el Rector de la Universidad de La Habana en dos ocasiones, autora de dos premios Obra científica entregados por el Rector de la

Universidad de La Habana, reconocimiento a Mejor Joven Investigador de la Facultad de Biología y premios al mejor trabajo en dos eventos internacionales. Actualmente se desempeña como Directora del Centro de Estudios de Proteínas de la Facultad de Biología.

Anthuan Ferino Pérez ingresa a la carrera Radioquímica en el curso 2014-2015, proveniente del preuniversitario vocacional de Ciencias Exactas Vladimir I. Lenin. Desde primer año

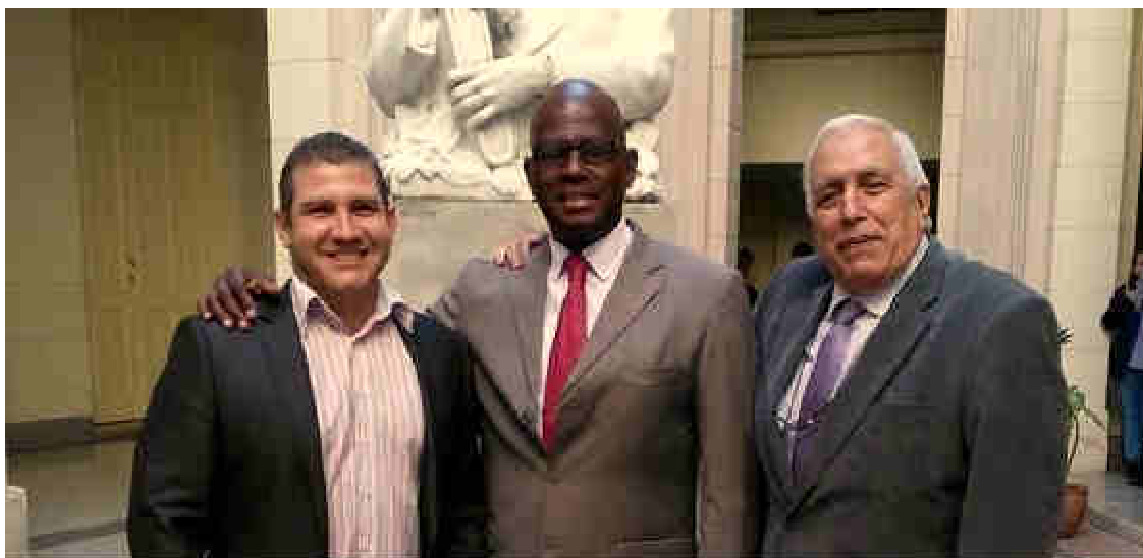


obtiene resultados satisfactorios en exámenes de premio de diversas asignaturas, en el Fórum de Historia, en el en el Fórum Científico Estudiantil del InSTEC, en los concursos estudiantiles de programación competitiva como integrante del equipo del InSTEC por varios años consecutivos, llegando a participar

en el nivel nacional y clasificando para la selección caribeña. Sus resultados se avalan por, un índice académico de 4,98. Desde el 2do año se incorpora al movimiento de alumnos ayudantes y obtuvo el Premio Relevante en la comisión de Ciencias Exactas en el Festival de la Clase de la Universidad de La Habana. Desde el segundo año de la carrera se vincula a la investigación con resultados presentados en 25 eventos científicos nacionales e internacionales y dos publicaciones. Como miembro de la FEU, es el presidente de brigada de su grupo, desde primer año de la carrera. Ha sido seleccionado estudiante integral de su brigada y alumno ayudante destacado y talento del departamento de Radioquímica en todos los años de la carrera. Actualmente cursa el quinto año de la carrera.



Foto de los premiados junto al Dr. Dioniso Zaldívar Silva, actual presidente de la Sociedad Cubana de Química. Cortesía de: Dra. Loreley Morejón Alonso



Presidentes de la SCQ en el acto de entrega de los premios anuales de la Sociedad Cubana de Química del 2018. De izquierda a derecha: Dr. Daniel García Rivera (Presidente saliente de la SCQ y presidente prótempore de la Federación Latinoamericana de Química); Dr. Dionisio Zaldívar Silva (Presidente electo de la SCQ); DrC. Luis Alberto Montero Cabrera (Presidente de Honor de la SCQ y Premio Nacional de Química 2018). Cortesía de: Dra. Loreley Morejón Alonso



Premiación de la VII Olimpiada Nacional de Química, Bioquímica e Ingeniería Química

Noticias

Loreley Morejón Alonso

Departamento de Química General e Inorgánica
Facultad de Química, Universidad de La Habana

lmorej@fq.uh.cu



El día 18 de enero del 2019 en el Aula Magna de la Universidad de La Habana se llevó a cabo, conjuntamente con la entrega de los Premios Nacionales de la SCQ, la premiación de los estudiantes ganadores de la VII Olimpiada Nacional de Química, Bioquímica e Ingeniería Química para estudiantes de la Educación Superior.

En dicha Olimpiada, celebrada en a inicios de diciembre del pasado año, participaron un total de 56 estudiantes de diferentes facultades

y centros de educación superior del país distribuidos de la siguiente forma: 37 estudiantes de Química, 11 de Bioquímica y 8 de Ingeniería Química pertenecientes a la Universidad de La Habana, Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” y la Universidad Central de Las Villas “Marta Abreu”.

El comité científico que elaboró y evaluó el examen estuvo integrado por los siguientes profesores:

Química	Bioquímica	Ingeniería Química
Dra. Margarita Villanueva <i>Coordinadora General</i>	Dra. Isel Pascual Alonso <i>Coordinadora General</i>	Dr. Julio Dusdet <i>Coordinador General</i>
Dr. José M. Nieto Villar	Lic. Mario Ernesto	Dra. Lourdes Zumalacárregui
MSc. Oneyda Fernández	Lic. Laura Rivera	
MSc. Margaret Suárez	Lic. Julio Pérez	
MSc. Leonardo González	Lic. Mirtha Elisa Aguado	
MSc. Gerardo M. Ojeda		

En esta edición resultaron ganadores:

Química

- **1er Lugar:** Marcos Rafael Conde González (4^{to} año Licenciatura en Química)
- **2do Lugar:** Fernando Martín Fernández (2^{do} año Licenciatura en Bioquímica)

- **Mención:** Juan Pablo Figueroa Macías (3^{er} año Licenciatura en Química)

Bioquímica

- **1er Lugar:** Davier Gutiérrez Góngora (5^{to} año Licenciatura en Bioquímica)
- **2do lugar:** Erick Pérez Rivera (4^{to} año Licenciatura en Bioquímica)

- **Mención:** Daniel Pastor Ramírez Echemendía (3^{er} año Licenciatura en Bioquímica)

Ingeniería Química

- **1er Lugar:** Reidel García Fernández
- **2do Lugar:** Arian Febles Rodríguez
- **Mención:** Erick Hernández León



Estudiantes premiados en la VII Olimpiada Nacional de Química, Bioquímica e Ingeniería Química junto al Presidente de la SCQ. (De izquierda a derecha): Marcos R. Conde; Fernando Martín; Juan P. Figueroa; Davier Gutiérrez; Eric Pérez; Daniel Ramírez; Reidel García; Arian Febles y Erick Hernández.

A todos los estudiantes premiados:
¡MUCHAS FELICIDADES!

Exhortamos a todos los estudiantes de la enseñanza superior de las carreras de Química, Bioquímica, Ingeniería Química y Radioquímica, pertenecientes a cualquier centro de Educación Superior del país, a participar en la VIII Olimpiada de la SCQ que tendrá lugar en el mes de noviembre del 2019.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra Zalua Rodríguez, Presidente del Comité Científico de la VII Olimpiada Nacional de Química, Bioquímica e Ingeniería Química y Responsable de las actividades científicas de la SCQ.

2019, Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos

Tabla
Periódica

Margarita Suárez Navarro

Facultad de Química
Universidad de La Habana

msuarez@fq.uh.cu



En la 72ª Sesión de la Asamblea General de las Naciones Unidas realizada el 20 de diciembre de 2017, se proclamó el 2019 como el Año Internacional de la Tabla Periódica de Elementos Químicos (IYPT 2019). De esta forma, la ONU ha querido reconocer la necesidad de desarrollar una creciente conciencia global sobre el papel clave que juega la Química en el Desarrollo Sostenible al proporcionar importantes soluciones a desafíos globales tales como la energía, la alimentación, la salud o la educación, entre otros.

La conmemoración, que coincide con el 150 aniversario del descubrimiento del Sistema Periódico por Dimitri Mendeleiev en 1869, se realiza para promover y celebrar durante 2019 la relevancia de la Tabla Periódica de Elementos y sus aplicaciones y contribución a la sociedad.

El desarrollo de la Tabla Periódica de los Elementos es considerado como uno de los logros más significativos de la Ciencia, que vincula estrechamente diferentes campos de conocimiento como la Astronomía, la Química, la Física, la Biología y otras ciencias naturales. Se trata de una herramienta única que permite a los científicos predecir la apariencia y las propiedades de la materia en la Tierra y en el Universo.

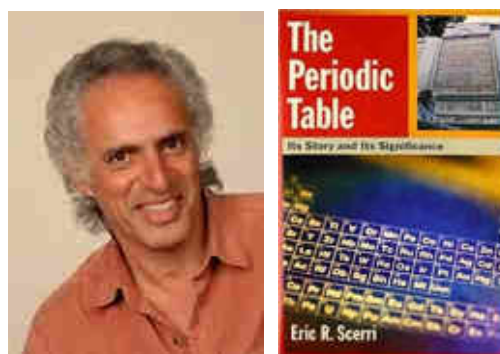
Asimismo, muchos elementos químicos son importantes para la fabricación y desarrollo a escala industrial de numerosos productos presentes en nuestra vida cotidiana y necesarios

para mantener nuestra forma de vida y preservar el planeta.

Por otra parte, el Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos coincidirá con el Centenario de la IUPAC, IUPAC100, (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada)

¿Por qué es “periódica” la tabla periódica?

La periodicidad hace referencia a que cada cierto número de partículas subatómicas que constituyen los elementos se repiten sus propiedades. Eric Scerri, profesor de la Universidad de California en Los Ángeles y autoridad mundial en la historia de la tabla, explicó *"Si ordenas todos los elementos en orden creciente por su número atómico, en una secuencia unidimensional, cuando progresas a lo largo de esa línea, ves que cada tanto hay una repetición aproximada de las propiedades"*.

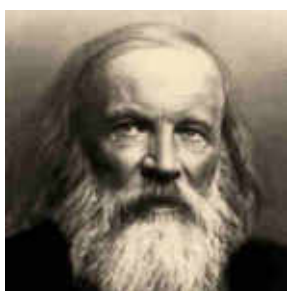


Dr. Eric Scerri

Website: www.ericscerri.com

La tabla incluye 118 elementos: 92 de ellos están presentes en la naturaleza y los otros 26 elementos pesados fueron sintetizados en el laboratorio. Cada columna en la tabla tiene por ello elementos con propiedades similares, como por ejemplo el litio, el sodio y el potasio. Los elementos están ordenados horizontalmente por su número atómico, es decir, el número de protones. Esas propiedades similares están dadas por los electrones en la capa externa de sus átomos. El hidrógeno y el litio que está debajo, por ejemplo, tienen ambos un electrón libre en su capa más externa. Estas cualidades determinan la reactividad del elemento. En esencia es la cualidad más importante de los átomos: su reactividad para conformar lo que somos todos, moléculas. Los elementos que están más a la parte izquierda de la tabla tienen tendencia a ceder electrones y los de la parte más derecha a captar electrones. Y los de la columna totalmente a la derecha son lo que se llama gases nobles que no reaccionan.

Dimitri Mendeleiev es el autor de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos. Nació en 1834 en Siberia. En 1869 Mendeleiev publicó su primera versión de la tabla con el objetivo de ordenar los elementos químicos. En ese entonces eran poco más de 60.



Dimitri Mendeleiev, 1834-1907

Fueron muchas las contribuciones a la historia de la tabla periódica, desde las 33 sustancias publicada por Antoine Lavoisier en 1789, a las tablas parciales de 1862 del químico alemán Lothar Meyer, considerado por algunos el coautor de la tabla periódica.

Mendeleiev no fue el único, pero fue el que hizo la contribución más significativa, no solo

por el trabajo que hizo sino por sus previsiones, ya que dejó espacios para elementos que aún no se conocían y que posteriormente fueron descubiertos.



*Antoine Lavoisier
1743-1794*



*Julius Lothar Meyer
1830-1895*

¿Cómo se nombran los elementos?

Scerri señala en su libro *Periodic Table Its Story and Its Significance* que a lo largo de los siglos fue cambiando el criterio de cómo nombrar los elementos químicos. Algunos nombres aluden a la mitología griega, como el **helio**, que recuerda al dios griego del Sol. Muchos elementos reciben su nombre de colores, como el **cloro**, que deriva del término griego para amarillo verdoso, "*khloros*". Un gran número de elementos se refieren al lugar donde vivió su descubridor o el sitio que se quiso homenajear. Entre los ejemplos existentes están el **polonio**, que Marie Curie nombró en honor de su país natal, y el **lutecio**, derivado de Lutetia, nombre en latín de París.

Algunos científicos tienen un elemento nombrado en su honor, por ejemplo el **curio**, llamado así como tributo a Pierre y María Curie o el elemento **meitnerio** que honra a la física teórica austriaca Lise Meitner.

El nombre del último elemento de la tabla, el 118, **oganesón**, es un tributo al físico nuclear ruso Yuri Oganessian, quien ha liderado el descubrimiento de elementos superpesados desde el 102 en adelante. Oganessian es la única persona viva que tiene un elemento nombrado en su honor.



Pierre Curie (1859-1906)
Marie Curie (1867-1934)



Lise Meitner (1878-1968)



Yuri Oganessian (1933)

Tabla periódica incluyendo los todos los elementos conocidos hasta el momento

La Tabla Periódica, el alfabeto de la Química, cumple 150 años, por lo tanto, el 2019 será un año de celebraciones donde se rinde homenaje a Mendeleiev y a todos los científicos que han contribuido al desarrollo de nuestra ciencia. Es necesario destacar el valor de la Química en general, que nos ha aportado medicamentos como la aspirina, el amoníaco para poder hacer abonos, el agua potable, los colores de la ropa entre una infinidad de logros.

REFERENCIAS

- www.Webelement.com
- www.IUPAC.org
- Eric R. Scerri. *The Periodic Table: Its Story and Its Significance* by Oxford University Press: New York, 2007. 346 pp. ISBN 0195305736

2019: Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos

Tabla
Periódica

Leonardo González Ceballos

Departamento de Química General e Inorgánica.
Centro de Estudio de Productos Naturales, Facultad de Química
Universidad de La Habana

leo@fq.uh.cu



Al inicio del mes de diciembre del pasado año la ONU anunció que declaraba al año 2019 como el “Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos” en conmemoración a los 150 años de historia que posee la tabla que agrupa a los elementos químicos según sus estructuras, características y reactividades; y que fuera presentada por Dmitri Mendeleev en 1869. El presente artículo es el primero de una serie, que se extenderá a lo largo del presente año, cuyo objetivo es llevarle a los lectores una reseña de algunos trabajos publicados en la revista *Nature* relacionados con el tema. Además de la traducción de los artículos originales, en esta serie el autor incluirá algunas ideas personales. ¡Espero que estos trabajos sean de su agrado!

La tabla periódica es mucho más que una lista ordenada inteligentemente y con el paso del tiempo se ha vuelto nuestro símbolo más reconocido. Es por eso que en la actualidad la tabla periódica se puede encontrar adornando cualquier escenario químico. El hecho de que la ONU haya querido resaltar esta fecha trascendental provee a los químicos de una plataforma para promover la importancia de la tabla periódica, los elementos y sus aplicaciones en la sociedad moderna; así como el rol decisivo que la química y los químicos deben desempeñar en la solución de los desafíos globales más críticos, dígame: el aseguramiento de agua potable y alimentos,

mejorar la calidad de vida y lograr un futuro sostenible.

Desde sus inicios, los químicos notaron que ciertos elementos mostraban propiedades similares e intentaron clasificarlos sobre esta base. En 1789, Antoine Lavoisier (Figura 1A) había compilado una lista de 33 “elementos o sustancias que no podían desintegrarse en otras” divididos en gases, metales, no metales y tierras (“sustancias terrosas simples y salificables” como el yeso o la arcilla.). Para 1829, Johann Wolfgang Döbereiner (Figura 1B) había agrupado varios sets de tres elementos (tríadas) y observó relaciones lineales en algunas de sus propiedades tales como el peso atómico o la densidad.

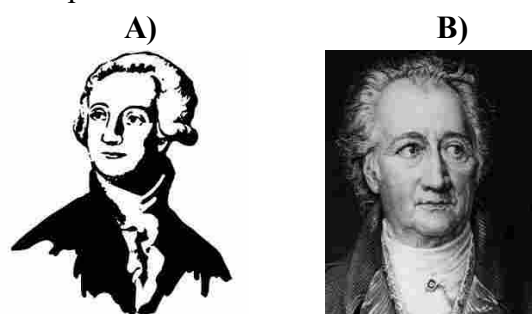


Figura 1. A) Antoine Lavoisier. B) Johann Wolfgang Döbereiner

A mediados del siglo 19 ya se conocían 63 elementos. Para 1860, Julius Lothar Meyer (Figura 2A) y Dmitri Mendeleev (Figura 2B) independientemente desarrollaron sistemas similares para clasificar aquellos elementos y a ambos se le premió con la Medalla Davy de la Royal Society “por el descubrimiento de las propiedades periódicas de los pesos

atómicos”. John Newlands propuso una clasificación similar en 1866 a continuación de su “Ley de los octavos” pero no ganó mucha atracción en aquellos tiempos. Su reconocimiento llegó después, en 1887, cuando también mereció la Medalla Davy “por el descubrimiento de la ley periódica de los elementos químicos”. No obstante, es Mendeleev a quien mundialmente se le acredita la formulación de la versión original de la tabla periódica moderna. La tabla de Meyer fue publicada solamente un año después, aunque un trabajo preliminar apareció en un cuaderno de texto en 1864; pero el factor decisivo hacia Mendeleev no solo fue el hecho de incluir a todos los elementos conocidos hasta la fecha, sino que usó los espacios vacíos que le quedaron para predecir (correctamente) las propiedades de aquellos elementos que aún no se habían descubierto.

y no-químicos por igual a imaginar o buscar nuevos elementos. Incluso si esta búsqueda conducía a la formulación de cierto elemento, avalado solo por el deseo de encontrarlo y no por la evidencia física de su existencia, entonces este elemento fantasma (que evidentemente no se tendría en cuenta para el futuro) podía permanecer en la historia, particularmente debido a su nombre. Y es que una vez que se ha sugerido un nombre (aunque finalmente no haya sido adoptado) para un elemento, este no se puede reutilizar. Se imaginarán lo que un científico “enfermo” puede hacer intencionadamente.¹ Pongámoslo claro: si X propone el nombre de Y para nombrar a un elemento fantasma, le está robando a Y la oportunidad de ponerle su nombre a un elemento real encontrado por si mismo. ¡Sin comentarios!

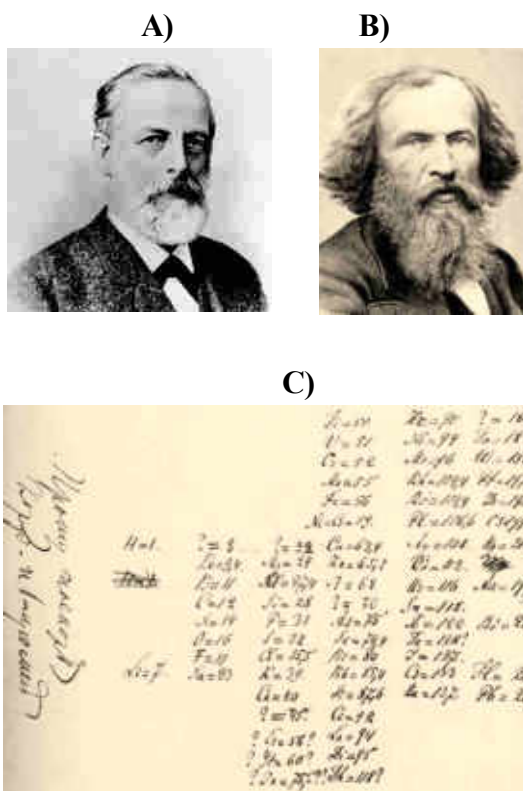


Figura 2. A) Julius Lothar Meyer. B) Dmitri Mendeleev. C) Primer boceto de la tabla periódica de Mendeleev (tomado de ITARTASS News Agency / Alamy Stock Photo).

Los espacios vacantes en la versión inicial de la tabla periódica inspiraron a los químicos

La búsqueda de los elementos superpesados

- Completando el séptimo período

Para tener el honor de nombrar a un elemento, uno primeramente lo tiene que descubrir, lo cual es muy fácil de decir cuando ya está hecho. Sin embargo, los días de búsqueda de un elemento en alguna mena escondida ya están en el pasado, descubrir un elemento en la actualidad significa sintetizarlo; lo cual requiere de cálculos serios, instrumentación adecuada y una gran dosis de paciencia.²

Todos los elementos con $Z > 92$ (el uranio) han sido sintetizados artificialmente empleando aceleradores de partículas, reactores nucleares o inesperadamente durante una explosión de una bomba de hidrógeno. El fermio y el einstenio fueron descubiertos por primera vez en los escombros generados tras una prueba realizada a un arma termonuclear antes de haber sido obtenidos de un modo más convencional en un acelerador.

En diciembre de 2015 la IUPAC confirmó la existencia de no menos de 4 nuevos elementos artificiales y en noviembre de 2016

formalmente aceptó los nombres y símbolos propuestos por sus descubridores. Fue así que los elementos 113, 115, 117 y 118 – nihonio (Nh), moscovio (Mc), tenesino (Ts) y oganesón (Og) – completaron el séptimo período de la tabla periódica tal y como la conocemos. Cuando esos elementos aún se estaban sintetizando, la búsqueda de elementos incluso más pesados ya había comenzado.

• La síntesis de los elementos superpesados

Todos los elementos transactínidos con $Z > 104$, ahora conocidos como elementos superpesados, han sido sintetizados artificialmente *un átomo a la vez* usando reacciones de fusión nuclear empleando iones pesados en aceleradores extremadamente poderosos. Cuando un núcleo es acelerado a enormes velocidades se usa como un proyectil para bombardear a otro núcleo con la esperanza de que ambos se fundan. Este proceso es sumamente difícil no solo debido al equipamiento sino a otros factores como la energía del núcleo proyectil. Si su energía es muy baja, los dos núcleos catiónicos no pueden encontrarse debido a la gran repulsión coulombica entre ellos. Si su energía es muy alta, el núcleo fundido posee una energía extra y se descompone en núcleos más ligeros mediante una fisión nuclear. Aún bajo las condiciones óptimas, la probabilidad de que los núcleos se fundan y se mantengan unidos el tiempo suficiente para detectarlos es extremadamente baja, lo que significa que los experimentos se deben realizar durante semanas o incluso meses para lograr medir un solo átomo fundido. Además, durante la fusión, el núcleo pesado generado es tan inestable que se desintegra rápidamente, lo que dificulta aún más su detección.

A raíz de la Segunda Guerra Mundial se inició una lucha férrea en el campo de la síntesis de los elementos superpesados entre el Lawrence Radiation Laboratory de EEUU. (ahora Lawrence Berkeley National

Laboratory) y el Joint Institute for Nuclear Research (JINR) en Dubna, Rusia.

Así se crearon el dubnio, seaborgio y rutherfordio. En la década de los 80 se sumó otro laboratorio a la competencia: el Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI, ahora el GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH) en Darmstadt, Alemania donde se sintetizaron los elementos del 107–112 mediante fusión usando como proyectiles ^{54}Cr , ^{58}Fe , $^{62,64}\text{Ni}$ y ^{70}Zn siendo los núcleos bombardeados el “doblemente mágico” ^{208}Pb y el ^{209}Bi .



Figura 3. A) Logo del Lawrence Berkeley National Laboratory. B) Joint Institute for Nuclear Research. C) Centro GSI Helmholtz para la Investigación de Iones Pesados (GSI)

De un modo similar al efecto de las capas electrónicas llenas, ciertos números de protones y neutrones ($Z = 2, 8, 20, 28, 50$ u 82 y $N = 2, 8, 20, 28, 50, 82$ o 126) muestran energías de blindaje particularmente grandes lo cual le confiere una estabilidad adicional a aquellos núcleos que posean algunos de estos números. El ^{208}Pb con sus 82 protones y sus 126 neutrones es “doblemente mágico”.

Los equipos necesarios para estas síntesis incluyen un acelerador para el núcleo proyectil, un núcleo que se bombardeará, un separador para dividir los núcleos superpesados formados de aquellos subproductos de reacción más ligeros o de los núcleos proyectiles (esta división ocurre en microsegundos) y un detector (semiconductor de silicio) para coleccionar todos los datos del núcleo superpesado formado o en su lugar los datos relacionados a su cadena de

desintegración en una partícula alfa (un átomo de He^{2+}) y un núcleo más ligero. Las partículas alfa liberadas por el núcleo pesado o su fisión espontánea se pueden observar y, a partir de estas, inferir la presencia del núcleo deseado. El nihonio se sintetizó en una reacción de fusión entre el ^{209}Bi y el ^{70}Zn en RIKEN, Japón. Los elementos del flerovio al oganesón (114-118) se crearon en el JINR mediante reacciones de fusión empleando como núcleo a bombardear plutonio, americio, curio, berkelio y californio y como proyectil al “doble mágico” ^{48}Ca ($Z = 20$, $N = 28$).

- Más allá del 118

La síntesis de los elementos superpesados más allá del 118 se ha vuelto un gran desafío debido a que con los proyectiles y núcleos a bombardear disponibles hasta el momento solo se puede llegar al elemento 118. Por esa razón se deben emplear proyectiles más pesados (^{50}Ti , ^{54}Cr , ^{58}Fe , etc). Estos proyectiles no son doblemente mágicos y por lo tanto las probabilidades de la fusión disminuyen drásticamente. Esto corrobora el hecho de que, a pesar de muchos intentos, no se han podido crear los elementos 119 y 120. Actualmente, muchos de los componentes que se emplean en estas síntesis se encuentran bajo modernización. Sin embargo, con la tecnología actual, los cálculos teóricos indican que la síntesis de estos dos elementos podría tomar cientos de días.

- ¿Cuál es el límite?

Con el aumento de Z en la zona de los elementos superpesados, los electrones asociados a dichos núcleos se mueven a velocidades relativistas (muy cercanas a la velocidad de la luz) por lo que aumentan sus masas, lo cual genera efectos notables sobre los orbitales electrónicos.³ La teoría de la estructura electrónica relativista moderna sugiere que la tabla periódica culminaría alrededor del elemento 173. Allí, la energía de atracción de un electrón $1s$ (1,022 MeV) llega

a ser dos veces la masa del electrón (equivalente a 0,511 MeV) y por lo tanto un par anti-electrón (positrón) y electrón se puede crear espontáneamente y destruir al átomo.⁴

La pregunta de cuál elemento será el más pesado de la tabla periódica, se determina mediante el balance entre las fuerzas coulombicas repulsivas de muchos protones en un núcleo pequeño y las fuerzas nucleares de atracción entre los nucleones (protones y neutrones). Al aumentar Z , se vuelve cada vez más difícil mantener unidos a tantos protones debido a su repulsión y el núcleo se hace más inestable y propenso a la ruptura espontánea mediante una fisión nuclear.⁵

En 1939, la teoría macroscópica, que trata a los núcleos atómicos como si fueran gotas líquidas cargadas, describió el proceso de la fisión nuclear e indicó que los elementos con $Z > 100$ se desintegrarían rápidamente a través de una fisión nuclear, volviendo al fermio el último elemento. Sin embargo, los elementos hasta el 118 existen, y esto es consecuencia de, los antes mencionados, números mágicos.

En los años 60 del pasado siglo se introdujo el “efecto capa”, como parte del modelo macroscópico, que predijo una fuerte estabilización cuando $Z = 114$ y $N = 184$.^{¡Error! Marcador no definido.}⁶ Esto, según cálculos teóricos, podría traducirse en que el núcleo superpesado más estable podría tener un tiempo de vida media en el orden de cientos, miles e incluso millones de años. Aunque ya existen núcleos con Z alrededor de 114, aun no se han creado aquellos donde $N = 184$, y ese es justamente el punto que se quiere explotar en el próximo paso hacia la creación de nuevos elementos superpesados.

Conclusiones previas

La tabla periódica es un ícono que contiene, en sí misma, todos los constituyentes básicos de lo todo aquello que nos rodea. Por esta razón sustenta el campo de la química y de todas sus disciplinas científicas afines, tales

Lázaro Adrián González Fernández

Estudiante de 5^{to} año, Facultad de Química
Universidad de La Habana

lagonzalez@estudiantes.fq.uh.cu



Antecedentes de un gran descubrimiento

La tabla periódica de los elementos clasifica, organiza y distribuye los distintos elementos químicos conforme a sus propiedades y características; su función principal es establecer un orden específico agrupando elementos.¹ Aunque algunos elementos como el oro (Au), plata (Ag), cobre (Cu), plomo (Pb) y mercurio (Hg) ya eran conocidos desde la antigüedad, el primer descubrimiento científico de un elemento ocurrió en el siglo XVII, cuando el alquimista Henning Brand descubrió el fósforo (P). En el siglo XVIII se conocieron numerosos nuevos elementos, los más importantes de los cuales fueron los gases, con el desarrollo de la química neumática: oxígeno (O), hidrógeno (H) y nitrógeno (N). También se consolidó en esos años la nueva concepción de elemento, que condujo a Antoine Lavoisier a escribir su famosa lista de sustancias simples, donde aparecían 33 elementos. A principios del siglo XIX, la aplicación de la pila eléctrica al estudio de fenómenos químicos condujo al descubrimiento de nuevos elementos, como los metales alcalinos y alcalinotérreos, sobre todo gracias a los trabajos de Humphry Davy. En 1830 ya se conocían 55 elementos. Posteriormente, a mediados del siglo XIX, con la invención del espectroscopio, se descubrieron nuevos elementos, muchos de ellos nombrados por el color de sus líneas espectrales características: cesio (Cs, del latín

caesius, azul), talio (Tl, de tallo, por su color verde), rubidio (Rb, rojo), etc.

Lógicamente, un requisito previo necesario a la construcción de la tabla periódica era el descubrimiento de un número suficiente de elementos individuales, que hiciera posible encontrar alguna pauta en comportamiento químico y sus propiedades. Durante los siguientes dos siglos se fue adquiriendo un mayor conocimiento sobre estas propiedades, así como descubriendo muchos elementos nuevos. La palabra "elemento" procede de la ciencia griega, pero su noción moderna apareció a lo largo del siglo XVII, aunque no existe un consenso claro respecto al proceso que condujo a su consolidación y uso generalizado.

Algunos autores citan como precedente la frase de Robert Boyle en su famosa obra *El químico escéptico*, donde denomina elementos "*ciertos cuerpos primitivos y simples que no están formados por otros cuerpos, ni unos de otros, y que son los ingredientes de que se componen inmediatamente y en que se resuelven en último término todos los cuerpos perfectamente mixtos*". En realidad, esa frase aparece en el contexto de la crítica de Robert Boyle a los cuatro elementos aristotélicos. A lo largo del siglo XVIII, las tablas de afinidad recogieron un nuevo modo de entender la composición química, que aparece claramente expuesto por Lavoisier en su obra *Tratado elemental de química*.

Todo ello condujo a diferenciar en primer lugar qué sustancias de las conocidas hasta ese momento eran elementos químicos, cuáles eran sus propiedades y cómo aislarlas.

La primera clasificación de elementos conocida fue propuesta por Antoine Lavoisier, quien propuso que los elementos se clasificaran en metales, no metales y metaloides o metales de transición. Aunque muy práctica y todavía funcional en la tabla periódica moderna, fue rechazada debido a que había muchas diferencias tanto en las propiedades físicas como en las químicas.

El orden y la periodicidad

La tabla periódica actual es un sistema donde se clasifican los elementos conocidos hasta la fecha. Se colocan de izquierda a derecha y de arriba a abajo en orden creciente de sus números atómicos. Los elementos están ordenados en siete hileras horizontales llamadas periodos, y en 18 columnas verticales llamadas grupos o familias.

Hay 18 grupos en la tabla periódica estándar, de los cuales diez son grupos cortos y los ocho restantes largos. Muchos de estos grupos correspondan a conocidas familias de elementos químicos. La tabla periódica se ideó para ordenar estas familias de una forma coherente y fácil de ver.

Todos los elementos que pertenecen a un grupo tienen la misma valencia, entendido como el número de electrones en la última capa, y por ello, tienen propiedades similares entre sí.

La explicación moderna del ordenamiento en la tabla periódica es que los elementos de un grupo poseen configuraciones electrónicas similares y la misma valencia, o número de electrones en la última capa. Dado que las propiedades químicas dependen profundamente de las interacciones de los electrones que están ubicados en los niveles más externos, los elementos de un mismo grupo tienen propiedades químicas similares.

El número de niveles energéticos de un átomo determina el periodo al que pertenece. Cada nivel está dividido en distintos subniveles, que conforme aumenta su número atómico se van llenando en este orden.

Siguiendo esa norma, cada elemento se coloca según su configuración electrónica y da forma a la tabla periódica. Los electrones situados en niveles más externos determinan en gran medida las propiedades químicas, por lo que éstas tienden a ser similares dentro de un mismo grupo, sin embargo la masa atómica varía considerablemente incluso entre elementos adyacentes. Al contrario, dos elementos adyacentes de mismo periodo tienen una masa similar, pero propiedades químicas diferentes.

El artífice de la obra maestra de la Química

Mendeléyev nació el 8 de febrero de 1834 en Tobolsk, Rusia, muriendo en San Petersburgo seis días antes de cumplir los 73 años.² Siendo el menor de nada menos que 17 hermanos, desde edades muy tempranas mostró su afición por los números dejando claro que las 'humanidades' no eran lo suyo. Para seguir adelante con sus estudios en esta rama, Dimitri se mudó hasta la capital rusa con la intención de ser admitido en la Universidad de Moscú.³ Sin embargo, sus sueños no se llegaron a buen puerto porque en esa época este centro educativo no aceptaba alumnos que no fueran originarios de la propia ciudad.

Esto fue lo que le obligó a trasladarse hasta San Petersburgo donde, una vez terminados sus estudios, fue becado por la Universidad de Heidelberg. Allí entró en contacto con los químicos Stanislao Cannizzaro y Gustav Kirchhoff, y fue con ellos con quienes elaboró diversas investigaciones que tenían como punto central las cohesiones moleculares y la masa atómica de los cuerpos.⁴

Precisamente, este último tema fue el que utilizó para organizar su famosa Tabla Periódica de los elementos. En su proyecto,

Mendeléyev ordenó todos ellos –tanto los naturales como los artificiales– teniendo en cuenta su masa atómica. “*Cuando los elementos están dispuestos en columnas verticales de acuerdo con el incremento de su peso atómico, de modo que las líneas horizontales contengan elementos análogos – de nuevo según el aumento de peso atómico– se produce una ordenación a partir de la cual se pueden sacar varias conclusiones generales*”, explicaba el inventor de esta clasificación.

¿Qué sorpresas guarda la Tabla Periódica?

Esta gráfica, repleta de cuadraditos con valencias y abreviaturas, es una de las herramientas más útiles para los que trabajan en el mundo de la química y otras ramas relacionadas con este ámbito. Sin embargo, son muchos los que desconocen que en ella se esconden algunas curiosidades que suelen pasar por alto.

- En la Tabla Periódica no hay ninguna “j”.
- Entre los elementos que la componen hay tres descubiertos por españoles: el platino (Pt), el wolframio (W) y el vanadio (V). Antonio de Ulloa, Fausto Delhuyar y Andrés Manuel del Río son los responsables, respectivamente, de que estos elementos formen parte de la Tabla Periódica.⁵
- La primera versión de la Tabla Periódica se presentó en 1869 con sólo 63 elementos, el número que hasta entonces era conocido. A día de hoy, es posible encontrar un total de 118 elementos.⁶⁻⁸
- Hay elementos con nombres que hacen referencia a países: galio (Ga), escandio (Sc), germanio (Ge), polonio (Po), y francio (Fr).
- También los hay relativos al nombre de continentes: europio (Eu) y americio (Am).

- En la Tabla Periódica también hay hueco para los cuerpos celestes: uranio (U), neptunio (Np) y Plutonio (Pu).
- Dos de los científicos más importantes de la historia también han sido homenajeados en la Tabla Periódica: Einstein, con el einstenio (Es); y Copérnico, con el copernicio (Cn).⁹

REFERENCIAS

1. Bernardo Herradón. La química y su relación con otras ciencias *Journal of Feelsynapsis (JoF)*. ISSN: 2254-3651. **2011**. (1): 81-86.
2. Abbott, David, ed. «Mendeleiev, Dmitri Ivanovich». *The Biographical Dictionary of Scientists*. Nueva York: Peter Bedrick Books. **1986**. ISBN 9780872260092.
3. Asimov, Isaac, ed. «Mendeleiev, Dmitri Ivanovich». *Asimov's Biographical Encyclopedia of Science and Technology* (2ª ed. rev. edición). Garden City, Nueva York: Doubleday. **1982**.
4. Harrow, B. *Eminent Chemists of Our Time* (2 edición). Nueva York: Van Nostrand. **1927**. pp. 18–40, 273–285.
5. Clemens, R. *Modern Chemical Discoveries*. Nueva York: E.P. Dutton. **1956**. pp. 3–12.
6. Holmyard, E.J. *Makers of Chemistry*. Oxford: Clarendon Press. **1929**. pp. 267–273.
7. Ihde, A.J. *The Development of Modern Chemistry*. Nueva York: Harper & Row. **1964**. pp. 243–256.
8. Jaffe, B. *Crucibles: The Story of Chemistry*. Nueva York: Dover. **1930**. pp. 150–163.
9. Tilden, W.A. *Famous Chemists: The Men and their Work. Books for Libraries*. Nueva York: Freeport. **1921**. pp. 240–258.

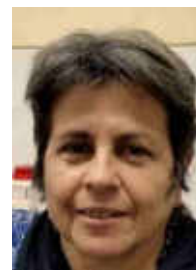
Nanopartículas magnéticas en aplicaciones biomédicas

Investigación
Química

Alicia M. Díaz-García

Laboratorio de Bioinorgánica
Facultad de Química, Universidad de La Habana

adg@fq.uh.cu



El diseño y empleo de nuevos materiales, en los cuales sus dimensiones se encuentren en la escala *nano* ha ido en aumento en las dos últimas décadas. Parte de estas investigaciones se han encaminado hacia el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. En los sistemas a escala *nano* las propiedades tanto físicas como químicas cambian. En la medida que el tamaño decrece, el número de átomos en la superficie se incrementa, siendo alta la relación superficie/tamaño, lo que conlleva a la aparición de nuevas propiedades no apreciadas en ese mismo material en estado masivo.

Entre los llamados compuestos o materiales *nano* que más atención han recibido en el campo biomédico en los últimos años se encuentran las nanopartículas magnéticas. Las propiedades magnéticas de estas nanopartículas (NPs) dependen de su composición química, tamaño y forma, estructura cristalina, grado de cristalinidad, etc. La curva típica de magnetización se representa en la Figura 1a. La misma refleja la capacidad de un material magnético de responder ante un campo magnético externo H .

De las curvas de histéresis se pueden obtener los siguientes parámetros: magnetización de saturación (M_{sat}), magnetización remanente (M_r) o valor de magnetización que se encuentra en el sólido cuando se elimina el campo externo; y la coercitividad (H_c), que denota el valor de campo magnético que hay que aplicar para que la magnetización remanente se anule.

El tamaño de las NPs juega un rol esencial en su comportamiento al aplicar un campo magnético. En el caso de las nanopartículas magnéticas la reducción del volumen conlleva a un cambio del comportamiento magnético, pasando de ferro o ferrimagnético a superparamagnético. Al disminuir el tamaño de la partícula el número de dominios magnéticos decrece hasta un valor crítico en el cual la energía asociada con la pared de dominio no se encuentra termodinámicamente favorecida y el material transita hacia una estructura de monodominio, estableciéndose dos valores críticos de tamaño de partícula. (Figura 1b). El tamaño de partícula afecta principalmente la coercitividad.

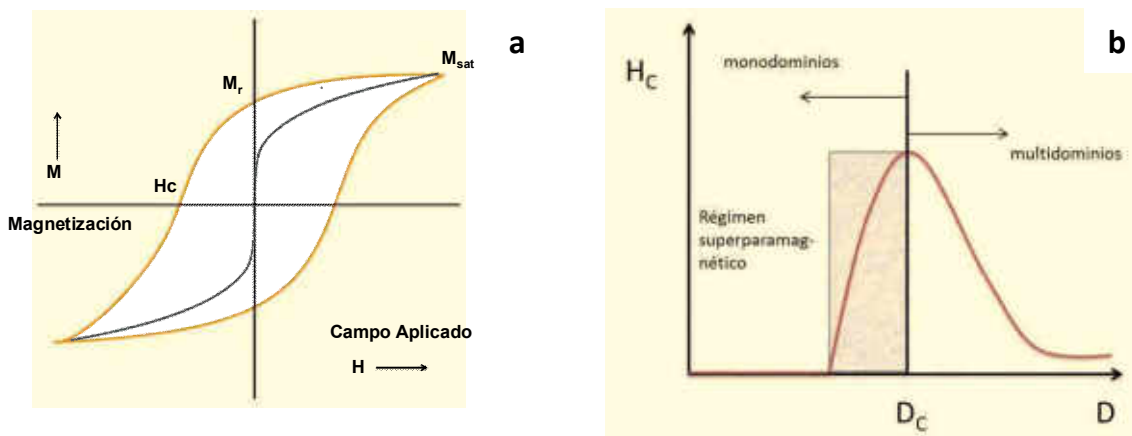


Figura 1. (a) Curvas de histéresis características de materiales ferromagnéticos o ferrimagnéticos (en naranja) y material superparamagnético (en azul). (b) Esquema de la variación de la coercitividad con el diámetro de partícula (D).

Las nanopartículas magnéticas que en su núcleo contienen óxidos de hierro (IONPs) han recibido gran atención en los últimos años. Entre estos óxidos los más estudiados han sido la magnetita (Fe_3O_4) y la maghemita ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Aquellas IONPs que exhiben un comportamiento superparamagnético resultan de mayor interés en aplicaciones biomédicas. Los principales usos en el campo médico de las IONPs han estado dirigidos a su empleo como agentes de contraste en imágenes de resonancia magnética, en hipertermia para el tratamiento del cáncer, en el diagnóstico de enfermedades o en la liberación controlada de drogas. Con vistas a obtener nanopartículas para uno de los fines anteriores, las agencias regulatorias establecen requerimientos sobre algunos parámetros como son: tamaño y su distribución, morfología, pureza de la fase cristalina, estequiometría del nanomaterial (que incluye al recubrimiento de la superficie), parámetros magnéticos y toxicidad.

En aplicaciones *in vivo* de las IONPs se debe evitar la ocurrencia de reacciones no específicas con las proteínas del plasma sanguíneo y mantener la estabilidad coloidal bajo condiciones fisiológicas en un amplio intervalo de pH. La modificación química de la superficie de las NPs no solo evita su aglomeración, sino que determina su estabilidad coloidal, biocompatibilidad, así

como modula las interacciones específicas con las biomoléculas de interés.

Los métodos de síntesis de nanopartículas pueden agruparse en tres grupos fundamentales (físicos, rutas químicas y los biosintéticos o métodos microbianos) [1,2,3] Diversos métodos de síntesis de IONPs por vía química han sido reportados. Entre ellos se encuentran la coprecipitación,[4] descomposición térmica de precursores organometálicos,[5] método sol-gel,[6] entre otros.[7] La funcionalización superficial se puede lograr a través de vías *in situ* o *post síntesis*. Dicha funcionalización puede ser a través de un agente estabilizante o ligando bifuncional que se asocie a la superficie de las NPs través de enlaces químicos o por fisisorción; por lo que el diseño eficaz del recubrimiento es fundamental para la aplicación de las NPs. Algunas de las estrategias de recubrimiento son las de tipo núcleo-corteza (*core shell*, en inglés), pudiendo ser el *shell* de tipo inorgánico, moléculas orgánicas o poliméricas.[7] Se encuentran también las de estructura de matriz dispersa.[8]

Las aplicaciones biomédicas de las nanopartículas magnéticas se pueden clasificar en *in vitro* o *in vivo*. Los usos principales *in vitro* son en el diagnóstico de enfermedades y magnetorelaxometría, mientras que *in vivo* se

pueden clasificar en terapéuticos (hipertermia y liberación de drogas) y de diagnóstico (obtención de imágenes de resonancia magnética) [7,9,10, 11].

En Cuba se han realizado diversas investigaciones que tienen como objetivo final las aplicaciones biomédicas. Entre ellas se encuentran el desarrollo de papeles magnéticos para ensayos tipo Elisa en la detección de IgM dengue.[12] Otro de los trabajos realizados se encuentra relacionado con la influencia del polietilenglicol empleado como recubrimiento de las IONPs en la farmacocinética, biodistribución y eliminación de las IONPs.[13] En este trabajo se evaluó en hígado de ratón, la evolución del contraste por imágenes de resonancia magnéticas. Así mismo, se realizaron medidas de absorción para determinar el contenido de hierro. Ambos métodos permitieron conocer el tiempo de residencia y excreción de las NPs bajo estudio durante un mes, proponiéndose rutas metabólicas que determinan el destino de las IONPs analizadas. Otros trabajos realizados en nuestro país se pueden encontrar resumidos en [14].

Las investigaciones futuras relacionadas con las nanopartículas magnéticas deben estar encaminadas a mejorar su biocompatibilidad, selectividad a un blanco específico y calidad en la resolución de las imágenes. Otro aspecto a abordar será el conocimiento de los efectos que estas tienen sobre los seres vivos realizando estudios toxicológicos. Las potencialidades de empleo de las IONPs en el diagnóstico, monitoreo y tratamiento de una enfermedad, las hace excelentes candidatos para su empleo en la medicina.

REFERENCIAS

[1]Harivardhan L, Arias J, Nicolas J, Couvreur P. *Magnetic Nanoparticles: Design and Characterization, Toxicity and Biocompatibility, Pharmaceutical*

and Biomedical Applications. Chem. Rev. 2012; 2.

- [2]Mahmoudi M, Sant S, Wang B, Laurent S, Sen T. *Superparamagnetic iron oxide nanoparticles (SPIONs): Development, surface modification and applications in chemotherapy*. Advanced Drug Delivery Reviews. 2011; 63:24-26.
- [3]Iravani S. *Bacteria in Nanoparticle Synthesis: Current Status and Future Prospects*. Hindawi Publishing Corporation. International Scholarly Research Notices. 2014; 1-18.
- [4]Sacchi W, Monge V, Fascineli M, Rodrigues J, Carvalho R, Madeira C, Bentes R. *Experimental investigation of the coprecipitation method: An approach to obtain magnetite and maghemite nanoparticles with improved properties*. Hindawi Publishing Corporation. Journal of Nanoparticles 2014; 2.
- [5]Zhang L, He R, Gu H-C. *Oleic acid coating on the monodisperse magnetite nanoparticles*. Applied Surface Science. 2006; 2.
- [6]Corriu R, Trong N. *Molecular Chemistry of Sol-Gel Derived Nanomaterials*. John Wiley & Sons. 2009; 38-41.
- [7]Laurent S, Forge D, Port M, Roch A, Robic C, Vander Elst L, Muller R. *Magnetic Iron Oxide Nanoparticles: Synthesis, Stabilization, Vectorization, Physicochemical Characterizations, and Biological Applications*. Chem. Rev. 2008; 108: 2066-2068.
- [8]Behrens S. *Preparation of functional magnetic nanocomposites and hybrid materials: recent progress and future directions*. Nanoscale. 2011, 3, 877.
- [9]Srikanth Vallabani N. V., Singh S *Recent advances and future prospects of iron oxide nanoparticles in biomedicine and diagnostics*. Biotech 2018, 8:279
- [10]S. Laurent, C. Henoumont, D. Stanicki, S. Boutry, E. Lipani, S. Belaid, R. N. Muller,

- L. Vander Elst. *MRI Contrast Agents: From Molecules to Particles*. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology **2017** DOI 10.1007/978-981-10-2529-7
- [11] Parak W. J. et al. *Diverse Applications of Nanomedicine* ACS Nano, **2017**, 11 (3), pp 2313–2381
- [12] Ortega G. A., Pérez-Rodríguez S, Reguera, E. *Magnetic paper – based ELISA for IgM-dengue detection* RSC Adv., **2017**, 7, 4921–4932
- [13] Ruiz A., Hernández Y., Cabal C., González E., Veintemillas-Verdaguer S., Martínez E., Morales M. P. *Biodistribution and pharmacokinetics of uniform magnetite nanoparticles chemically modified with polyethylene glycol*, Nanoscale **2013** DOI: 10.1039/c3nr01412f
- [14] Díaz-García, Felipe Gómez A. M. *Las investigaciones en el área de la bionanotecnología en Cuba*, Mundo Nano **2017**, 10(19), 37–71

Adhesivos cianoacrílicos: Una alternativa viable para el sellado de heridas

Investigación
Química

Daylín Aurora Batista Marrero

Laboratorio de Inorgánica
Centro de Ingeniería e Investigaciones Químicas

daylinbm@ciiq.cu



¿Sabías que los adhesivos cianoacrílicos son biomateriales ampliamente utilizados como sustitutos o complementos de los hilos de sutura convencionales? Estos biomateriales son utilizados en la actualidad para diferentes aplicaciones médicas e industriales y fueron descubiertos a mitad del siglo pasado. Desde entonces, se han estudiado múltiples formulaciones y sus aplicaciones han ido incrementándose de manera significativa en diferentes campos.

Estos adhesivos son usados para reestablecer la hermeticidad del cuerpo en el cierre de laceraciones, heridas traumáticas o quirúrgicas como alternativa al uso de suturas, grapas o cintas adhesivas que son los métodos convencionales. Brindan una mayor comodidad tanto al paciente como al cirujano, reducen los tiempos de espera en el quirófano, proporcionan una cicatrización más estética y una recuperación más rápida y segura.

El descubrimiento de los adhesivos cianoacrílicos o α -cianoacrilatos se realizó en el año 1949 cuando Alan Ardis, trabajando para la compañía B.F Goodrich, propuso por primera vez la utilización de cianoacrilatos como precursores de resinas cristalinas y transparentes obtenidas tras la polimerización térmica de los mismos.¹ Por otro lado, las propiedades adhesivas de los monómeros de cianoacrilato fueron descritas por diferentes investigadores de la empresa Eastman-Kodak en Estados Unidos a principios de la década de 1950. Tras la caracterización de un monómero

de cianoacrilato, a través de un refractómetro, se produjo inesperadamente la polimerización provocando que los prismas quedaran fuertemente adheridos. La utilización de los cianoacrilatos como adhesivos tisulares se reporta en 1958 con el empleo del primer material comercial con el nombre de Eastman 910 a base de cianoacrilato de metilo. Con este material se lograban fuertes uniones que eran difíciles de unir con adhesivos convencionales o por medios mecánicos.²

En la Figura 1 se muestra la estructura química de los cianoacrilatos. Esta estructura presenta un doble enlace terminal 1,1-disustituido con un grupo nitrilo (-CN) y un grupo éster (-COOR). El grupo éster generalmente se deriva de un alcohol alifático de longitud variable. La diferencia estructural de los monómeros cianoacrílicos se encuentra en la longitud de la cadena lateral del grupo -COOR. Actualmente se han sintetizado cianoacrilatos de diferentes longitudes de cadena cuyas propiedades y aplicaciones han sido estudiadas por diferentes autores.

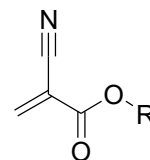


Figura 1. Estructura general de los cianoacrilatos.

Una gran ventaja de los cianoacrilatos que los hace muy atractivos sobre otros adhesivos, es su capacidad de unir una gran variedad de sustratos como son: metales, plásticos, gomas, vidrio, entre otros.³ El hecho de que los

cianoacrilatos sean especies altamente reactivas está directamente relacionado con la presencia de dos grupos fuertemente electroaceptores. Estos grupos son el $-CN-$ y $-COOR-$, los cuales hacen susceptible el enlace vinílico de ser atacado por bases débiles como los iones hidroxilo (OH^-), presentes en alcoholes, agua y aminoácidos de los tejidos vivos.²

Otras propiedades químicas de estos biomateriales son las adhesivas y las hemostáticas, debido a la formación de un enrejado tridimensional formado por la fuerte unión de las macromoléculas de cianoacrilato y las proteínas presentes en la sangre a través de la herida. También estos materiales son biodegradables y bactericidas, probablemente porque la degradación de la molécula de cianoacrilato genera cantidades de formaldehído altamente tóxico para las especies grampositivo.⁴

Por otra parte, estos son sintetizados por condensación a partir del cianoacetato de alquilo y formaldehído en presencia de un catalizador básico⁵. Los mecanismos a través de los cuales ocurre la polimerización de estos compuestos han sido ampliamente estudiados en la literatura. A temperatura ambiente polimerizan por tres mecanismos: radicalico iniciado por el azobis (isobutironitrilo) (AIBN), el aniónico iniciado por una base de Bronsted como el OH^- (grupo hidroxilo), y el zwitteriónico iniciado por una base de Lewis como una amina o fosfina. Por esta razón se adhieren a través de una película polimérica a los tejidos vivos.⁶⁻¹⁰

Durante los años 1950 y 1960, y en particular durante la guerra de Vietnam, se comenzaron a utilizar los adhesivos de cianoacrilato para el cierre de heridas en campaña, pero los monómeros de cadena alquílica corta $R=CH_3$ (metilo) y $R=CH_2CH_3$ (etilo) mostraron histotoxicidad en las heridas, así como inflamación crónica y necrosis en el tejido circundante debido a reacciones

cutáneas producidas por cuerpos extraños.¹⁰ Esto se debía por la presencia de los productos de degradación: formaldehído, cianoacetato de metilo y cianoacetato de etilo en cada uno de los casos.

Más adelante, durante años 1970 y 1980, se popularizó el uso de los cianoacrilatos como bioadhesivos en un gran número de países desarrollados. Sin embargo, ante el desconocimiento que existía de estas sustancias y de sus propiedades, el organismo de control norteamericano de sustancias para la alimentación y medicamentos, *Food and Drug Administration* (FDA, por sus siglas en inglés), no aprobó el uso clínico de estas sustancias hasta 1998.¹

Como se mencionó anteriormente, existen monómeros cianoacrilicos cuya diferencia estructural se encuentra en la longitud del radical alquílico en la cadena lateral del grupo éster. Es por ello que se pueden distinguir dos grupos de cianoacrilatos, lo que influye directamente en sus propiedades y posteriores aplicaciones. Los grupos según esta clasificación son⁵:

1. Los de cadena corta $R=CH_3$ (metil) y $R=C_2H_5$ (etil). Son citotóxicos e histotóxicos ya que se degradan rápidamente *in vivo* causando rápida toxicidad tisular. Estos derivados de cadena corta han sido retirados del uso médico, pero tienen un gran uso industrial.
2. Los de cadena larga $R=C_4H_9$ (butil), $R=C_6H_{13}$ (hexil) y $R=C_8H_{17}$ (octil). Estos son menos citotóxicos ya que presentan una degradación más lenta, sin alcanzar una concentración de formaldehído superior a la que se presenta en la sangre de forma habitual. Por ello son utilizados de forma segura en múltiples aplicaciones médicas, tanto a nivel externo como interno.

La toxicidad de los adhesivos cianoacrilicos de cadenas cortas se encuentra relacionada con

la velocidad en que se produce la descomposición del polímero. La degradación de la película polimérica ocurre a partir de un mecanismo de hidrólisis, que es mucho más lento en polímeros de cadena alquílica larga, de ahí que la toxicidad disminuye al aumentar la longitud de la cadena alquílica del éster.

El uso de cianoacrilatos de cadenas cortas en la Guerra de Vietnam fue limitado por los efectos perjudiciales para la salud. En Cuba se ha introducido la aplicación de los adhesivos tisulares, fundamentalmente en estomatología y cirugía maxilofacial con vistas de disponer de adhesivos que sustituyan los métodos tradicionales de sutura, respaldando así a nuestra medicina. El producto más utilizado es el Tisuacryl®, basado en el monómero 2-cianoacrilato de n-butilo y producido por el Centro de Biomateriales (BIOMAT) de la Universidad de La Habana. Este producto se ha ido introduciendo paulatinamente en la práctica médica cubana y ha pasado por todas las etapas de evaluación preclínica y clínica, establecidas por las regulaciones del Centro para el Control de los Medicamentos, Equipos y Dispositivos Médicos (CECMED).¹²

Este producto se presenta en ampollitas de polipropileno como monodosis que contienen 0,15 mL del producto con la composición siguiente: más del 97 % de 2-cianoacrilato de n-butilo, violeta genciana como colorante y estabilizadores de la polimerización¹³ (Figura 2).



Figura 2. Forma de presentación del producto cubano Tisuacryl®.

Numerosas han sido las evaluaciones clínicas usando el biomaterial cubano Tisuacryl® en el campo de la medicina. Se

evaluó la efectividad del mismo en el cierre de heridas faciales y de mucosa oral en pacientes que acudieron a diferentes instituciones de salud en todo el país. Los resultados permitieron constatar que el producto resulta confortable a los pacientes y preferido por los médicos entrenados en el uso de los adhesivos. Este producto presenta marcado carácter hemostático debido a la unión de la estructura cianocrílica con las proteínas presentes en la sangre, convirtiéndolo en un adhesivo superior. Se demostró que es un tratamiento fácil de aplicar, que garantiza la autolimpieza de la zona dañada, no afecta la estética ni la funcionalidad facial o bucal y resulta cómodo para los pacientes en comparación con la sutura.¹⁴

De esta manera, los resultados de investigaciones realizadas demuestran que el Tisuacryl® puede utilizarse con alta efectividad para el cierre de heridas de 5 mm y 10 mm en cirugía laparoscópica, sustituyendo a las suturas. En cuanto al cierre de heridas traumáticas, la utilización de este material permite eliminar el uso de agujas y jeringuillas, disminuyendo el riesgo de transmisión de enfermedades. También, al servir como cubierta impermeable protectora de las heridas, el Tisuacryl® puede disminuir la incidencia de las infecciones en heridas adecuadamente tratadas antes del sellado. En cuanto a la efectividad y seguridad del Tisuacryl®, es de señalar que, fundamentalmente para las heridas originadas por trauma, el producto representa un ahorro considerable respecto al tratamiento convencional con sutura.¹⁵

El desarrollo de adhesivos tisulares ha crecido de forma exponencial especialmente en el ámbito quirúrgico. Estos han demostrado una eficacia similar a las técnicas convencionales y mejores resultados estéticos, reducción del dolor postoperatorio y de tiempo en el quirófano. Como adhesivos de tejidos en cirugía, podrían simplificar el procedimiento

quirúrgico, estabilizando las superficies a través de la homeostasis, el sellado de heridas y la fijación del tejido en áreas inaccesibles para suturar. Al comparar el cianoacrilato con el uso de sutura tradicional en el cierre de heridas, en zonas libres de tensión se vio que el cianoacrilato es más eficaz, con un tiempo de cierre menor y más estético.¹⁵

Actualmente se desarrolla en el centro un estudio de una nueva formulación de 2-cianoacrilato de n-butilo con agentes antimicrobianos con el objetivo de aumentar el valor agregado del producto Tisuacryl®, elevar su competitividad, así como aumentar la estabilidad del mismo por tiempos prolongados.

REFERENCIAS

1. H. Lee. Cyanoacrylate resins. The instant adhesives. Pasadena Technology Press. 1986.
2. H. W. Coover, D. W. Dreifus, J.T. O'Connor. Cyanoacrylate adhesives. Handbok Adhesives.1990: 463-464.
3. Collado Coello A.K., Wong Hernández L., Zaldívar Silva D. Incorporación de agentes antimicrobianos en formulaciones de adhesivos cianoacrílicos. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas., 2017; 36:1-5.
4. Serrano JI. Estudio comparativo entre el uso de N-2 butilcianoacrilato modificado y vicryl 4-0 para el cierre de colgajos en cirugía de terceros molares inferiores retenidos. Odontología., 2014; 16 :97-106.
5. Serrano JI. Estudio comparativo entre el uso de N-2 butilcianoacrilato modificado y vicryl 4-0 para el cierre de colgajos en cirugía de terceros molares inferiores retenidos. Odontología., 2014; 16 :97-106.
6. Pepper D.C. Kinetic and mechanism of zwitterionic polymerizations of alkyl cyanoacrylates. Polym. J., 1980; 12:629-637.
7. Wang, Bill H. Characterization of N-butyl Cyanoacrylate (NBCA) Glue Polymerization for the Embolization of Brain Arteriovenous Malformations (AVMs). Thesis in Master of Science. The University of Western Ontario, 2016.
8. Johnston D.S., Pepper D.C. Ethyl and Butyl Cyanoacrylates Polymerised by Triethyl and Triphenylphosphines. Makromol. Chem., 1981; 182:393 – 406.
9. Cormac Duffy , Per B. Zetterlund, Fawaz Aldabbagh. Radical polymerizations of alkyl 2-cyanoacrylates. Molecules., 2018; 23:2-17.
10. Dhirendra Katti., N. Krishnamurti. Anionic Polymerization of alkyl cyanoacrylates: In vitro model studies for in vivo applications. Journal of Applied Polymer Science, 1999; 74: 336–344.
11. S. Houston., J.W. Hodge Jr., D.K. Ousterhout, F. Leonard. The effect of alphacyanoacrylates on wound healing. J.Biomed. Mater. Res., 1969; 3: 281-289.
12. Roque González R., García Gutiérrez A., Guerra Breña R.M., Leal Mursulí A., Roque Zambrana F., Cruz Gómez A. Adhesivos titulares en cirugía. Rev Cubana Cir., 2006; 45:3-4.
13. Pérez Álvarez M.C, Márquez Argüelles D.M, García Rodríguez L, Guerra Breña R.M, Rodríguez Hernández J.A, Nicolasa Rudi C. Evidencias clínicas empleando el biomaterial cubano Tisuacryl® para tratar heridas de piel y mucosa oral. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas., 2017; 36(1):1-7.

14. Guerra Bretaña R.M., Pérez Álvarez M., Roque González R., Bomant Cuang E., González Rodríguez Y., Palenzuela Mauriz T. Efectividad del adhesivo tisular Tisuacryl en el cierre de heridas cutáneas. *Rev Cub Med Gen Integ.*, 2005; 21:1-2.
15. González González JM. Cianoacrilato. Definición y propiedades. Toxicidad y efectos secundarios. Aplicaciones en medicina y odontología. *Av. Odontoestomatol.*, 2012; 28:95-102.

Luis Alberto Montero Cabrera

**Laboratorio de Química Computacional y Teórica
Departamento de Química Física, Facultad de Química
Universidad de La Habana**

lmc@fq.uh.cu



La producción de documentos científicos originales citables ha decaído. Las causas deben ser multifactoriales y mucho se puede razonar en torno a ello. Es también una confirmación de la necesidad de actuar para hacer efectivos con la mayor urgencia los acuerdos recientes en este campo de los congresos de nuestro Partido Comunista.

De nada sirven los nuevos conocimientos que no se publican y confrontan con quienes los deben verificar, confirmar y utilizar. Es como si no se hubieran obtenido.¹ Esta verdad, con sus extremos de cualquier índole, ha ido ganando espacio en la comprensión de la vida social hasta convertirse en la base para la organización y promoción del desarrollo en este siglo XXI. La producción de nuevos conocimientos, de ciencia, se mide a partir de su publicación, de los documentos científicos citables, que se pueden consultar. Cualquier entidad que invierte recursos para que se produzca sabiduría, nuevos descubrimientos, tecnologías, innovaciones, necesita la constancia escrita y contrastable de lo que se obtuvo para justificar su inversión. Por eso todos los investigadores competitivos actualmente procuran siempre publicar lo que obtuvieron de una forma o de otra en órganos independientes y ganar así la confianza de sus lectores y sus patrocinadores.

Por otra parte, la medida de que lo publicado sea leído y usado por los congéneres para que pueda ser confirmado y utilizado se

puede lograr a partir de las referencias que se le haga en otras publicaciones: sus “citaciones” o citas bibliográficas. Una carta de amor que nunca es leída por la persona de interés solo puede satisfacer ansias íntimas de quien la escribe, pero jamás entra en acción para intentar proporcionar la felicidad sentimental deseada. Debe ser correspondida y eventualmente citada por su ser amado.

Existen grandes consorcios globales que se ocupan de medir cuanto se publica y también cuanto se cita lo que se publica. Ingentes recursos informáticos se han ido creando en red mundial durante los más recientes lustros para ello. Estos permiten evaluar la cantidad y efectividad del conocimiento que se produce mediante el canal natural de intercambio de información humana de nuestros días: internet.

Se han creado incluso índices de medición, como se ha comentado anteriormente.² Para evaluar la efectividad del trabajo científico, por ejemplo, se puede usar el ya famoso *índice H* o índice Hirsch, que relaciona las publicaciones que se han hecho con las veces que han sido citadas. El *índice H* es tan simple como el número de publicaciones que ha hecho una persona, o una institución, o un país, que ha sido citado “H” o más veces. Un alto índice H indica una gran efectividad de los nuevos saberes producidos. El consorcio Scimago,³ subsidiario de una de las más importantes casas editoriales científicas del mundo, le asigna a Cuba en 2016 un índice H de 145. Quiere decir que nuestra Patria tiene 145 publicaciones,

desde 1996, que han sido citadas al menos 145 veces. Los países líderes de este índice en ese año fueron los EEUU, Gran Bretaña y Alemania con 1965, 1213 y 1059, respectivamente. Cuba en 2015 tuvo la posición 74 a nivel mundial con un índice H de 127 y en 2016 mantiene el mismo puesto a pesar de haber aumentado el índice H a 145.

Ese mismo consorcio había situado a Cuba en posiciones que variaban mundialmente de 65 a 55 entre 1996 y 2014 en lo que se refiere a la producción de artículos científicos citables. Esta es una medida de cuánto conocimiento reconocible y confiable producimos con respecto a otros países y depende, obviamente, de nuestro tamaño, nuestra fortaleza económica, y de nuestra política de ciencias, tecnología e innovación a partir de lo que producimos en este aspecto. Los líderes obvios son los EEUU y China en este indicador. Nuestra posición en el mundo con esos valores hasta 2014 era comparable con la que ocupamos en cuanto a nuestro producto interno bruto. Sin embargo, en 2015 bajamos a la posición 72 y en 2016 dolorosamente a la 78, la más baja con mucho de nuestra historia reciente. Nuestro comportamiento con ese indicador y su tendencia debería disparar las alarmas y conducir a una reconsideración urgente y fundamental de nuestra situación. Las causas de este dramático descenso, más que tendencia, deben ser multifactoriales y mucho se puede razonar en torno a ello. Es también una confirmación de la necesidad de actuar para hacer efectivos con la mayor urgencia los acuerdos recientes en este campo de los congresos de nuestro Partido Comunista.

Muchas acciones pueden intentarse también para paliar la situación, que en situaciones similares han tenido efectos salvadores en países de cultura y tradiciones comparables al nuestro. Por ejemplo, en un momento de crisis similar los mexicanos crearon una estructura que se denominó como “Sistema Nacional de Investigadores” (SNI). Esto ocurrió en 1984 y

aún perdura, aunque muy perfeccionado con sus propias experiencias. Gracias a ello se logró una categorización de todo el que hace ciencia en un país tan grande y variado, a partir de una organización paraministerial como es su Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). La categorización se logra según los grados científicos alcanzados y la producción de literatura científica verificable de cada investigador en cada período, lo que evita muchas dificultades de confusión. La ejecutoria científica comprobable y comprobada de los investigadores es debidamente evaluada por revisores anónimos, y revisada periódicamente al alza y a la baja, según el caso. A los así categorizados se les asigna un sobresalario mensual significativo proporcional a tal evaluación, que puede multiplicar el que reciben en sus instituciones. Los investigadores pueden estar trabajando en una universidad o en un centro de investigaciones o en una fábrica. La institución donde trabajan no afecta sus gastos, porque ese sobresalario proviene de un fondo central del estado federal mexicano a través CONACYT, que no tiene que ser su empleador. Esta organización lo transfiere directamente a las cuentas personales de los estimulados.

¿Es esta una solución a que nuestra producción científica detenga su caída libre y comience a recuperarse? Solo lo sabremos si intentamos esta u otra alternativa viable de estimulación de la sabiduría. En este momento los científicos más premiados y productivos no pueden ser remunerados mejor que los menos, cosa ajena a la acepción más generalizada de socialismo. Urge hallar alguna solución antes de llegar a una situación sin retorno, cuando ya no sea posible recuperarnos en un plazo razonable.

REFERENCIAS

1. [¡Publica o no te creo!](#)
2. [Los científicos cubanos en el escenario global del Siglo XXI... y los que vienen](#)
3. Scimago Journal and Country Rank, 2017
[http://www.scimagojr.com/countryrank.php?year=2016\)](http://www.scimagojr.com/countryrank.php?year=2016)

Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 12: El resumen de un artículo científico

Enseñanza de
la Química

Manuel Álvarez Prieto

**Departamento de Química Analítica, Facultad de Química
Universidad de La Habana**

malvarez@fq.uh.cu



Con este artículo se continúa la serie dirigida a discutir lo que su autor ha denominado los principios del trabajo científico.¹ En los siguientes artículos se presentaron y discutieron en detalle varios de esos principios. Uno de ellos señaló la importancia de publicar los resultados científicos mediante artículos científicos. Como extensión de esta serie de artículos, también se inició la presentación en detalle de los elementos que forman parte de los artículos científicos.² En el trabajo anterior se abordó el importante asunto de la definición de los autores.³ En este trabajo se presentarán ideas y pautas sobre la elaboración del resumen de los artículos científicos.

En el ámbito científico hay tres tipos de resúmenes:⁴ 1) el resumen que usualmente forma parte de un artículo científico; 2) el que se escribe para las memorias o libros de resúmenes de eventos científicos y 3) los propios de las revistas de resúmenes que son editados sobre la base de convenciones especiales y que son elaborados por profesionales dedicados a esa tarea específica. En este artículo fundamentalmente se tratará el primer tipo de resúmenes.

Expresado brevemente, un resumen es un sumario o versión condensada de un artículo científico. Comprende las ideas sustanciales

que están contenidas en el artículo. A primera vista pudiera parecer algo trivial la preparación de un resumen. Pero, como se verá a continuación, cualquier resumen no es necesariamente el apropiado. Un resumen elaborado descuidadamente puede ser rechazado durante el proceso de revisión del artículo, y lo que es peor aún, puede ir en detrimento de su lectura.

El resumen es un elemento usualmente exigido por las normas de elaboración o redacción de artículos para las revistas científicas. Sin embargo, hay casos (como el de esta revista) en que no constituye un requisito. ¿Cuál es la función de un resumen? Un resumen proporciona brevemente una descripción de los principales aportes científicos que contiene un artículo, por ejemplo, los principales resultados que se obtuvieron y cómo se obtuvieron.

Posiblemente el resumen es la parte más leída de un artículo científico, después del título. Aunque el autor de este artículo no posee informaciones estadísticas sobre esos asuntos, es lógico pensar de esa manera y es su práctica personal usual. Hoy en día, con la existencia de la Internet, en los sitios web de las revistas científicas generalmente se muestran gratis los resúmenes de los artículos publicados (el término “generalmente” pudiera

causar extrañeza al lector, pero hay revistas calificables de “muy cerradas” como *Journal of Quality Technology*, donde en sus sitios web no aparecen libremente accesibles los resúmenes de los artículos que contiene. De igual manera, los motores de búsqueda dirigen la búsqueda a esos sitios o a otros en donde se puede acceder al resumen, y en algunos casos al artículo. En ambos casos el interesado accede en primer término al título del artículo y en segundo término al resumen (si está disponible).

Si el resumen está bien escrito, resulta atractivo y brinda una idea correcta del contenido del artículo, los lectores pueden interesarse y proceder a la lectura del artículo. Los lectores deben quedar bien impresionados sobre el contenido del artículo, a partir de la lectura del resumen. De lo contrario ignoran el artículo y continúan la búsqueda. Es natural que todo científico tenga interés en que sus artículos sean leídos por colegas afines. Esa es una de las razones de por qué es importante el resumen: contribuye a que el artículo científico sea leído por otros. También los editores y los revisores encargados de la revisión por pares de las revistas deben leer en primer término el título de los trabajos que reciben para su publicación, y a continuación deben proceder a leer el resumen. Esa lectura contribuye a formarse una impresión inicial del trabajo. Las razones anteriores explican por sí mismas la importancia del resumen de un artículo científico y el por qué debe estar apropiadamente confeccionado.

La extensión de los resúmenes es un asunto muy regulado en las normas de redacción de las revistas, y usualmente se expresa mediante el número máximo de palabras que puede contener. Normalmente ese límite es de alrededor de 250 palabras, aunque no son raros los límites de 200 y aún menos. El principal desafío que impone la confección de un resumen es lograr el uso más efectivo de las palabras para transmitir las ideas esenciales

que se manejan en el artículo, y hacerlo de una manera amena y atractiva.

Los resúmenes pueden aparecer al inicio o al final del artículo, aunque la forma generalizada en las revistas de ciencias fácticas es mostrarlos al principio. En otros dominios, como en las ciencias médicas, no es raro verlos al final del artículo.

En un artículo de esta serie se discutió extensamente sobre la estructura de los artículos científicos.² En particular se presentó una figura con la denominada estructura del “rey del ajedrez”, en alusión a esa importante ficha del juego ciencia. En la figura se observa que el resumen se representa mediante una forma muy peculiar, que de arriba hacia abajo recuerda una cruz. En esa figura la anchura horizontal de cada representación geométrica que la compone se relaciona con el carácter general o particular de cada parte del artículo: a mayor anchura mayor generalidad. De forma análoga a como se estructura un artículo, el resumen se desarrolla de lo general (inserción del problema científico a resolver, hipótesis u objetivo del artículo en el contexto de la disciplina) a lo particular (métodos, resultados y conclusiones particulares), y nuevamente a lo general (conclusiones generales e impacto científico y de otros tipos de los resultados y cómo se insertan en el contexto de la disciplina científica particular).

Los resúmenes pueden escribirse en dos formatos diferentes: simple o convencional y estructurado.⁵ La mayor parte de ellos son simples y consisten en un párrafo narrativo que expone de forma condensada el contenido del artículo, que puede en mayor o menor medida seguir la estructura del artículo. Ejemplos de revistas que exigen resúmenes simples son *Analytical Chemistry*, *Analytica Chimica Acta* y *The Analyst*.

En los resúmenes estructurados sus diferentes partes quedan encabezadas, por ejemplo, por secciones tales como Introducción o Antecedentes, Métodos,

Resultados y Conclusiones, de forma similar al artículo. Ejemplos de revistas que emplean este tipo de resumen son *Clinical Chemistry y Chest*.⁶ Sin embargo, los encabezamientos de las secciones de los resúmenes estructurados pueden variar entre las revistas y hay que remitirse a las normas editoriales para informarse.

Los resúmenes de los artículos científicos también se pueden clasificar como descriptivos e informativos.⁵ En los descriptivos, como indica su nombre, se describe el contenido del artículo, señalando los elementos esenciales del contenido. En este tipo de resumen no se suministran muchos detalles acerca del modo en que se llevaron a cabo los experimentos o sobre los datos resultantes.

En el otro extremo están los resúmenes informativos, que como su nombre indica, suministran informaciones detalladas sobre ciertos aspectos de la investigación, tales como métodos empleados, resultados importantes y conclusiones. Un resumen informativo puede en ciertos casos emplearse como un sustituto del artículo original. En la Química, son usuales para artículos que describen métodos de síntesis, de separación, de extracción y de análisis. El interesado puede conocer algunos detalles del método utilizado, y tal vez reproducirlo, sin necesidad de consultar el artículo original.

Un resumen debe poseer identidad por sí mismo⁵ y puede ser eventualmente empleado de forma separada del artículo científico al cual está asociado. Es obvio que puede ser leído y archivado sin necesidad de leer el artículo.

Los resúmenes que forman parte de un artículo científico casi nunca incluyen referencias, aunque hay excepciones que las contienen en el cuerpo del resumen.⁷ Solamente en el caso de resúmenes que aparecen en las memorias o libros de resúmenes de eventos científicos se observan algunos que poseen referencias. Eso puede hacerse si el autor está interesado en destacar las fuentes bibliográficas de donde se extraen

elementos o antecedentes importantes del trabajo.

Como se expresó en un trabajo anterior de esta serie,² la diversidad de tipos de artículos científicos es sorprendente. Hay que señalar que ni la clasificación de los tipos de artículos ni sus denominaciones están normalizados. No obstante, es posible mencionar algunos de ellos y si van o no generalmente acompañados de resúmenes. Los “artículos generales” (en inglés, *general papers* o *full papers*), los artículos de revisión (en inglés *reviews*) y los de revisión tutoriales (en inglés *tutorial reviews*) se acompañan de un resumen. Para los casos de los artículos de revisión son apropiados los resúmenes informativos.⁵ Las comunicaciones cortas (en inglés *short communications*) y los artículos acelerados, también van acompañados de resúmenes.

Sin embargo, otros tipos de artículos no aparecen acompañados de un resumen. Cabe mencionar entre ellos las cartas al editor, los artículos editoriales, los que señalan y corrigen erratas, los que informan sobre eventos científicos, reuniones, efemérides y otros afines. En todo caso, los autores de un artículo científico deben conocer las instrucciones de la revista, y en particular los requisitos que se establecen para la escritura de los resúmenes.⁶

En los resúmenes bien escritos se expresan explícitamente o implícitamente y de forma breve el(los) problema(s) científico(s), la(s) hipótesis y/o el(los) objetivo(s) del trabajo. Ellos constituyen en síntesis la expresión del objeto del trabajo. Si no se plantean, el resumen puede carecer de sentido, se hace difícil la comprensión del trabajo y por tanto pierden su utilidad.

Lo recomendable es escribir el resumen al concluir el artículo científico.^{5,6} Al menos, debe haberse concluido su primera versión. En esas condiciones los autores ya tienen una idea avanzada sobre las ideas principales que componen el artículo y como está organizado. Esto es siempre válido, pero es más notorio para el caso de los resúmenes estructurados.⁵

Un resumen escrito con anticipación a la conclusión del artículo, puede conducir a la inclusión en el resumen de información que no aparece en el artículo. Pero también puede producirse el efecto contrario, puede olvidarse la inclusión en el resumen de informaciones esenciales que sí aparecen en el artículo.

Tabla 1. Características de un resumen bien elaborado (tomado de la referencia 5, pero con modificaciones importantes).

1. Tiene identidad por sí mismo, independiente del artículo al cual está vinculado.
2. Plantea el problema científico, la hipótesis científica y/o el objetivo del trabajo.
3. Completa la descripción del trabajo realizado.
4. Contiene las mismas palabras y términos que se emplean en el artículo.
5. Cumple con el estilo, formato y estructura de las normas editoriales.
6. En cierta medida debe reproducir brevemente el orden y estructura del artículo al que está vinculado.
7. Cumple con las normas de extensión.
8. Contiene solo información del artículo.
9. No contiene conclusiones no sustentadas por el artículo.
10. Hace un uso limitado de las abreviaturas y acrónimos.
11. Casi nunca incluye referencias.
12. No cita elementos como tablas, figuras, ecuaciones u otros que aparecen en el artículo.

En el resumen de un artículo deben emplearse en la medida de lo posible los mismos sustantivos, verbos, adjetivos y términos que se emplean en el artículo del cual proceden. Esto, además de contribuir a la aplicación rigurosa de los conceptos y definiciones utilizadas, permite la inclusión de los términos claves en los servicios de indexado de los trabajos científicos. Este asunto también guarda una relación estrecha

con la definición de las denominadas “palabras claves” (o en inglés, *key words*), que tan útiles son durante el uso de los motores de búsqueda o sistemas de indexado, dentro del enorme torrente de literatura científica que se publica hoy en día. Las palabras claves que se definan para el artículo deben jugar un papel esencial en el artículo y consecuentemente deben aparecer en el resumen.

Aunque en el resumen pueden incluirse abreviaturas y acrónimos, el uso de ellos debe ser limitado. De lo contrario la lectura del resumen puede resultar poco atractiva. Las abreviaturas y acrónimos bien conocidos (tales como etc., DNA y HPLC) pueden emplearse sin necesidad de aclarar sus significados. Los acrónimos utilizados en el resumen, y que no son ampliamente conocidos por los lectores, deben definirse la primera vez que se empleen. Si los vocablos que definen el acrónimo desconocido se van a emplear una sola vez, no tiene sentido utilizarlos. Un ejemplo del uso en el resumen de un acrónimo no conocido puede encontrarse en la referencia 8.

En la Tabla 1 se muestran brevemente algunas características adicionales que deben cumplir los resúmenes bien elaborados.

Un excelente ejercicio para desarrollar habilidades en cuanto a la confección de resúmenes puede consistir en escribir un resumen muy extenso, e ir acortándolo por pasos para ceñirlo a extensiones decrecientes: 300, 250, 200, 150 y 100 palabras, por ejemplo. Es interesante notar como al ir quitando oraciones y frases de la versión anterior, el resumen va perdiendo en cuanto a su capacidad descriptiva o informativa sobre el trabajo original, y nos obliga a comparar la esencialidad de unas ideas con respecto a otras.

Epílogo

Como se desprende de lo expuesto anteriormente, la redacción acertada del resumen de un artículo científico no resulta

siempre tan fácil ni evidente, como pudiera parecer a primera vista. Ceñirse a la extensión máxima establecida en las normas editoriales sin que el resumen pierda sustancia, requiere a veces un esfuerzo notable. Sería placentero para el autor de este artículo saber si el lector que haya leído cuidadosamente lo aquí expuesto se detiene más a considerar el cómo debe escribir los resúmenes de sus artículos. Si resulta así, entonces este artículo ha cumplido su principal propósito: llamar la atención y lograr la meditación sobre tan importante asunto. Este artículo se ha escrito con el pensamiento puesto principalmente en los científicos jóvenes. Hacia ellos deben estar dirigidos una buena parte de nuestros esfuerzos. En próximos artículos se continuará la discusión *in extenso* de otros principios de esta visión personal del trabajo científico. En particular se discutirá sobre la confección de las partes o secciones de los artículos científicos.

REFERENCIAS

1. Alvarez Prieto, M., Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 1, Encuentro con la Química, Vol. 1, No. 2, p.p. 38-41, 2015.
2. Alvarez Prieto, M., Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 9: La estructura de los artículos científicos, Encuentro con la Química, Vol. 4, No. 1, p.p. 24-31 (2018).
3. Alvarez Prieto, M., Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 11: Los autores de un artículo científico, Encuentro con la Química, Vol. 4, No. 3, p.p. 22-26 (2018).
4. Swales, J.M., Feak, C.B., Academic Writing for Graduate Students Essential Tasks and Skills, The University of Michigan Press, Ann Arbor (1994).
5. Annesley T.M., The abstract and the elevator talk: a tale of two summaries, Clin. Chem., Vol. 56, No. 4, p.p. 521-524 (2010).
6. Foote. M.A., Some concrete ideas about manuscript abstracts, Chest, Vol. 129, No. 5, p.p. 1375-1377 (2006).
7. Willink, R., Comments on ‘‘Lectures for chemists on statistics II. The normal distribution: a briefer on the univariate case’’, Accred. Qual. Assur. Vol. 14, No. 12, p.p. 693-700 (2009).
8. Alvarez Prieto, M., Jiménez Chacón, J., A fitness for purpose approach to validation and verification of analytical measurements, Accred. Qual. Assur., Vol. 23, Num. 4, p.p. 219-229 (2018).

Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 13: La introducción de un artículo científico

Enseñanza de
la Química

Manuel Álvarez Prieto

Departamento de Química Analítica, Facultad de Química
Universidad de La Habana

malvarez@fq.uh.cu



Este trabajo forma parte de una serie de artículos en la que su autor trata lo que considera los principios del trabajo científico. En ellos se ha venido discutiendo en detalle varios de esos principios. En el primero se destacó la importancia de publicar los resultados científicos mediante artículos científicos.¹ En otro artículo se presentaron y discutieron varias ideas sobre la estructura de los artículos científicos, y en particular se mencionó la introducción como un elemento importante de dicha estructura.² En este trabajo se discutirá fundamentalmente sobre la introducción de los denominados “artículos generales”, dirigidos a describir resultados científicos particulares y originales, que por sí mismos constituyen un progreso científico. Estos artículos se denominan en inglés *general papers* o *full papers*, o simplemente *articles*. También se tratará sobre la introducción de los artículos de revisión, denominados en inglés *reviews* y *tutorial reviews*. Además, se pretende brindar ciertas pautas para la confección de la introducción de esos tipos de artículos.

Generalidades sobre la elaboración de la introducción de los artículos científicos

Una introducción bien escrita ayuda considerablemente a los lectores, los revisores

y el editor a “ubicarse” en el objeto del conocimiento que es tratado en el artículo. Las funciones de la introducción consisten en exponer los antecedentes y los problemas científicos existentes, así como expresar los objetivos que se proponen en el trabajo y el enfoque utilizado. La introducción debe estimular la curiosidad del lector y debe estar escrita de una forma lo suficientemente clara y amena como para que una persona educada que no se especialista en la disciplina científica en donde se enmarca el artículo, sea capaz de entender la esencia y la lógica del trabajo científico realizado.³

Hay tipos de artículos que por su naturaleza no poseen una introducción.² De ellos cabe mencionar las comunicaciones breves, las cartas al editor, los editoriales y algunos otros. Los artículos generales y los de revisión siempre tienen una introducción, aunque a menudo esa sección se titula de otra forma o no se nombra como tal, aunque lo sea de hecho. La introducción siempre aparece al inicio del artículo y a menudo se intitula “Introducción”. En algunas revistas esa sección se nombra “Antecedentes” (en inglés *Background*).⁴ En ciertas revistas los autores tienen libertad para establecer subsecciones de la introducción y nombrarlas de acuerdo a la conveniencia. Esa libertad brinda cierta flexibilidad para

estructurar el artículo de acuerdo a su tipo y contenido.

En la discusión sobre la estructura de los artículos que se realizó en la novena parte de esta serie se discutió detalladamente sobre la estructura de los artículos científicos generales.² En esa discusión se presentaron dos modelos geométricos para describir la estructura: el modelo del reloj de arena y el del rey del ajedrez. En ambos modelos la anchura de las figuras geométricas que los componen se asocia con la generalidad o particularidad de las ideas tratadas. En los modelos, de arriba a abajo es el orden usual en que aparecen las secciones o partes principales que componen un artículo. En ellos la introducción de los artículos científicos está asociada a un trapecio isósceles con el más corto de sus lados desiguales hacia abajo. Eso significa que la introducción se conforma de lo general a lo particular. Con ello se contribuye a contextualizar el trabajo y conduce al lector desde el ámbito general de una disciplina científica hacia el tema u objetivo de la labor científica realizada.

La extensión de la introducción puede ser variable, dependiendo del alcance de los objetivos científicos que se establezcan y de los antecedentes existentes. Sin embargo, la introducción debe ser lo más breve posible, aunque las exigencias en cuanto a extensión no son tan estrictas como en el caso de los resúmenes.

Se ha planteado que una introducción debe consistir en no más de 2 o 3 párrafos,^{3,5} pero el autor de este trabajo considera que la extensión de la introducción va a depender de muchos factores, tales como el tipo de artículo, los problemas científicos que se discuten y el número de objetivos que se plantean en el trabajo. Esos límites de 2 o 3 párrafos son demasiado restrictivos. No obstante, la introducción no puede ser innecesariamente larga, porque pueden desdibujarse sus funciones.

En los artículos generales, la introducción debe expresar los antecedentes mediante referencias. Con ese objetivo deben citarse las referencias más relacionadas, recientes y relevantes.⁵ No es necesario citar todos los trabajos que trataron sobre el objeto del conocimiento que se aborda en artículo. Puede decirse que en la introducción debe hacerse una revisión bibliográfica lo más breve posible, pero que sea realmente efectiva para contextualizar la investigación y describir apropiadamente el estado del arte sobre el objeto del conocimiento.

En los artículos de revisión el uso de las referencias es muy diferente. En ellos se hace uso de tantas referencias como sea posible o necesario para exponer adecuadamente el estado del arte de un objeto del conocimiento científico particular. Quizás en los artículos de revisión tutoriales no sea necesario exponer todos los trabajos publicados, sino solamente aquellos que permitan exponer las ideas necesarias para lograr la comprensión del lector.

Antes de escribir el artículo, y en especial la introducción, es apropiado leer varios artículos recientes del mismo tipo que el que se pretende escribir, para apreciar el estilo de la revista elegida.³ Conocer las normas editoriales es fundamental. El autor novicio debe apoyarse en coautores experimentados para que revisen el artículo, y la introducción en particular. Si el trabajo no tiene coautores, puede apoyarse en otros colegas de experiencia.

En la introducción pueden emplearse abreviaturas y acrónimos, y las exigencias a cumplir son muy similares a las establecidas para los resúmenes, tal como se explica en la duodécima parte de esta serie. Las abreviaturas y acrónimos bien conocidos pueden emplearse sin necesidad de definirlos, pero los que no son de uso común deben definirse la primera vez que se emplean. Se puede usar acrónimos si se utilizan nuevamente en la introducción, o en otra sección del artículo.

La estructura de la introducción de los artículos generales

La introducción de un artículo general debe conducir al lector desde los conocimientos existentes hacia los nuevos conocimientos que se intentan demostrar sobre bases científicas. En el caso de los artículos generales, la introducción se puede concebir como estructurada por tres etapas,⁶ que se presentan a continuación con modificaciones realizadas por Derntl⁷ y el autor de este artículo:

1. Establecer un “territorio”:

- a) Exponer la importancia del objeto de estudio, y/o
- b) Realizar declaraciones generales acerca del tema, y/o
- c) Presentar una perspectiva general del estado actual del conocimiento sobre el objeto de estudio.

2. Establecer un “nicho”:

- a) Plantear la oposición a ideas o suposiciones anteriores, o
- b) Expresar contradicciones o ausencias en el estado del conocimiento, o
- c) Expresar un problema científico, o
- d) Continuar una línea de investigación.

3. Ocupar el “nicho”:

- a) Realizar un bosquejo del trabajo, y/o
- b) Destacar sus características importantes;
- c) Destacar resultados importantes, y
- d) Brindar una perspectiva breve de la estructura del artículo.

Validation and verification of analytical measurements have a huge importance in analytical chemistry [1]. According to the third edition of the International Vocabulary of Metrology (VIM), verification and validation are basic concepts in metrology [2]. Also, the concept of validation is recognized as essential in practical chemical analysis. A profuse amount of scientific literature has been published on the subject in analytical chemistry, including reports, guides, standards, and others [3–11].

In a recent report of Eurachem on method validation, many scientific and practical unsolved problems waiting for solutions are summarized [12]. They include problems related to setting requirements for validation, planning of validation studies, determination of trueness, and many other important issues. This concept of validation is not consistent with the definition given in VIM.

The general goal of this discussion is to propose a new approach to validation (and verification) of analytical measurements coherent with the concept of fitness for purpose. For this it is necessary to harmonize the concepts of verification and validation from VIM with the existing praxis in chemical analysis, and to provide a better understanding about them to the analytical community. It comprises the notion that both verification and validation should be applied to one particular analytical process (that is, the measurement) instead of to the written analytical procedure (or written method), that is, the (written) measurement procedure [2].

Figura 1. El trapecio asociado con la introducción del artículo científico referido en 8

En la Figura 1 se muestra en forma condensada la introducción de un artículo recientemente publicado.⁸ En ella aparecen tres párrafos separados, cuyas anchuras se asocian a niveles de generalidad de las ideas que contienen. A mayor anchura, mayor generalidad. Por razones de claridad de la explicación siguiente, cada uno de los párrafos de la figura se corresponde a una de las etapas mencionadas anteriormente.

El primer párrafo (la primera etapa) se corresponde con un mayor nivel de generalidad. Su función es contextualizar el objeto científico tratado en la investigación, brindando los antecedentes conocidos. El primer elemento de la etapa está dirigido a convencer al lector sobre la importancia del objeto de la investigación, desde los puntos de vista científico, social y/o práctico. En la Figura 1, el párrafo superior está confeccionado con esa intención. En él se expone la importancia del objeto científico del trabajo: la validación y la verificación de los procedimientos o métodos analíticos en la Química Analítica. Se menciona que ambos conceptos son básicos y se definen para su uso en la Metrología. De igual manera, a continuación se destaca la importancia práctica de ambos conceptos. Adicionalmente se plantea que han sido conceptos muy abordados en la literatura científica relacionada. La función principal de esta etapa consiste en contextualizar el objeto científico tratado en la investigación. Así se establece un “territorio”.

En el segundo párrafo (la segunda etapa) se expresan una serie de problemas científicos y prácticos no resueltos, se revelan contradicciones existentes en el conocimiento científico y de hecho se expone implícitamente la oposición a ideas vigentes en el momento de publicar el artículo. Como el trabajo constituyó una línea de investigación original, nueva, no resultó en la continuación de investigaciones anteriores.⁸ De esa manera se establece un “nicho”.

Por último, en el tercer párrafo (tercera etapa), se ocupa el “nicho”. Se establece el objetivo científico general y los específicos (si estos últimos los hubiera) y se destaca la característica principal del trabajo: proponer un nuevo enfoque de la validación y la verificación de las mediciones analíticas coherente con el concepto de aptitud para el uso. Se destacan algunos resultados importantes que se obtienen a partir de la discusión (el hecho de lograr esa coherencia). En el resto de la introducción del artículo empleado,⁸ se brinda una perspectiva breve de la estructura del artículo a partir de los objetivos específicos que se expresan (no mostrados en la Figura 1). Esta perspectiva breve de la estructura del artículo puede consistir en el enfoque (experimental o de otro tipo) empleado para resolver el problema científico. Annesley⁵ plantea que es opcional la adición de oraciones acerca del enfoque empleado, los métodos utilizados en el artículo (lo que nombra “plan de ataque”) y la propuesta de solución (así como su importancia).

Dicho brevemente, la introducción debe guiar al lector a través del estado del arte relacionado con el objeto científico del trabajo. Ella debe lograr que el lector sea capaz de entender el artículo, sin necesidad de leer las publicaciones previas que están relacionadas.

¿En qué momento debe escribirse la introducción? Al autor de este artículo le gusta escribir una versión inicial de la introducción antes de escribir el resto del artículo, una vez concluida la labor experimental, si el trabajo la exige. La escritura de la introducción en una etapa temprana del proceso de escritura contribuye a organizar el artículo desde el punto de vista de la Metodología del Conocimiento Científico; contribuye a madurar la formulación del problema científico, interpretar acertadamente los antecedentes, y formular clara y concisamente los objetivos. No obstante, si se procediera de esa manera, es decir, al inicio del proceso de

escritura, es apropiado revisar detalladamente la introducción al finalizar la escritura y comprobar la armonía entre ella y el resto del artículo.

Sin embargo, otros autores piensan diferente. Por ejemplo, Derntl⁷ plantea que muchos investigadores escriben (o al menos finalizan) la escritura de la introducción al final del proceso de escritura del artículo. Ese autor argumenta que ya que en ese momento la estructura del artículo está completa, se han expresado los resultados y se han formulado las conclusiones.

Se ha planteado que es necesario incluir explícitamente en la introducción la hipótesis científica que se utiliza en los artículos generales.⁵ No obstante, el autor de este trabajo considera que en muchos casos la hipótesis no se plantea o se incluye implícitamente a partir de los objetivos planteados.

Deficiencias que se pueden manifestar en la introducción de los artículos generales

Entre las deficiencias típicas que se pueden manifestar en la escritura de la introducción de los artículos científicos generales cabe mencionar las siguientes:

- Introducción excesivamente larga,⁵ o excesivamente corta.
- Inconsistencias entre la introducción y la sección de resultados y discusión,⁵ aunque esa idea es tal vez aplicable a otras secciones del artículo.
- Uso excesivo de referencias.³
- Falta de subordinación de la introducción a los objetivos que tiene en el contexto del artículo.³
- Una superposición innecesaria entre las ideas planteadas en la introducción y otras secciones del artículo, en particular la sección de discusión.⁵
- Inclusión de detalles sobre los métodos utilizados, resultados o conclusiones.⁵
- Uso de referencias no esenciales.³

- Uso excesivo de abreviaturas y acrónimos no conocidos, sin definición inicial de sus significados.³
- Inconsistencias en las formas verbales utilizadas.³

La estructura de la introducción en los artículos de revisión

Los artículos de revisión están dirigidos a exponer de forma crítica el estado del arte de un objeto del conocimiento. El autor de este artículo no encontró información acerca de la forma de escribir la introducción de los artículos de revisión. No obstante, a continuación expondrá algunas ideas que ha podido extraer de la lectura de múltiples de ellos.

En este tipo de artículo la introducción tiene una etapa única, pero sus características son diferentes a las etapas de los artículos generales. En esa etapa también se intenta establecer un “territorio”, al igual que en el caso de los artículos generales. Al inicio de esa etapa se debe exponer la importancia del objeto de estudio y justificar por qué es importante realizar una revisión del estado del arte sobre ese objeto de estudio, si no es muy evidente. Como continuación pueden realizarse declaraciones generales acerca del tema, y en particular se pueden citar artículos, monografías, normas técnicas y otras fuentes bibliográficas relevantes que reafirman la importancia del objeto del estudio de la revisión. Hasta aquí hay coincidencia en lo esencial con la primera etapa de la introducción para los artículos generales (puntos a y b de la primera etapa de la estructura detallada anteriormente para los artículos generales). Como colofón de la introducción se puede brindar una perspectiva breve de la estructura del artículo de revisión, para exponer el hilo conductor que se utiliza.

Con esa introducción se ha creado un “territorio” para la revisión y se puede

proceder a realizar una discusión crítica y detallada del estado del conocimiento sobre el objeto de estudio de revisión. Esa discusión crítica se debe realizar con argumentos aprobatorios o refutatorios de las publicaciones realizadas. Un buen ejemplo de artículos de revisión es la referencia 9.

Un caso muy particular son los artículos de revisión tutoriales, que tienen como objetivo exponer algún asunto frente al cual los especialistas de una disciplina científica presentan dificultades, o que por su importancia merece una atención especial. Esos artículos se elaboran con un sentido didáctico, y a menudo hacen uso de ejemplos. Sin poseer originalidad en sí mismos, cumplen una función importante y son de utilidad para la comunidad de profesionales interesados.

Al igual que los artículos de revisión, la introducción de un artículo de revisión tutorial debe partir de la exposición de la importancia del objeto de estudio, lo cual justifica el artículo en sí mismo. Esa exposición puede acompañarse de declaraciones generales sobre el tema y/o sobre los ejemplos utilizados.¹⁰ Para finalizar la introducción es apropiado brindar una perspectiva breve de la estructura del artículo.

No es raro que los artículos de revisión se acompañen de un índice, especialmente si son extensos. Ese índice por sí mismo contribuye a que el lector comprenda la estructura del artículo y pueda seguir el hilo conductor de la exposición para asimilar apropiadamente los conocimientos existentes sobre el objeto de estudio.

Algunas de las deficiencias que se pueden manifestar en la introducción de los artículos generales también se pueden presentar en la introducción de los artículos de revisión.

Epílogo

Hasta aquí lo fundamental sobre la confección de la introducción de los artículos científicos. No se trataron algunos aspectos

importantes como el empleo del tiempo verbal en la redacción de la introducción, ya sea en español o inglés. Tampoco se trataron otros elementos relacionados con el estilo gramatical, como la persona, el número y el género. Por razones de extensión y por la complejidad de esos temas, se reservan para otro artículo de esta serie.

El que aquí escribe le atribuye tanta importancia a la introducción, que considera que tiene un peso fundamental en la aceptación y publicación de los artículos. Sin una buena introducción no es posible lograr el éxito. Se puede agregar que el tiempo utilizado para mejorar la introducción nunca es tiempo perdido.

En próximos artículos de esta serie se continuará con otros elementos relacionados con los principios del trabajo científico. El autor de este trabajo ha planificado que en los artículos siguientes se tratará sobre la confección de otras secciones y elementos de los artículos científicos, tales como los materiales y métodos, los resultados y discusión, y las conclusiones.

REFERENCIAS

9. Alvarez Prieto, M., Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 1, Encuentro con la Química, Vol. 1, No. 2, p.p. 38-41, 2015.
10. Alvarez Prieto, M., Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 9: La estructura de los artículos científicos, Encuentro con la Química, Vol. 4, No. 1, p.p. 24-31 (2018).
11. Foote, M.A., How to make a good first impression. A proper introduction, Chest, Vol. 130, No. 6, p.p. 1 935-1 937 (2006).
12. Branson, R.D, Anatomy of a research paper, Resp. Care, Vol. 49, No. 10, p.p. 1 222-1 228.
13. Annesley, T.M., Clin. Chem., Vol. 56, No. 5, p.p. 703-708 (2010).

14. Swales, J.M., Feak, C.B., Academic Writing for Graduate Students Essential Tasks and Skills, The University of Michigan Press, Ann Arbor (1994).
15. Derntl, M., Basics of Research Paper writing and Publishing, bajado de www.univie.ac.au, diciembre de 2011.
16. Alvarez Prieto, M., Jiménez Chacón, J., A fitness for purpose approach to validation and verification of analytical measurements, Accred. Qual. Assur., Vol. 23, Num. 4, p.p. 219-229 (2018).
17. Mark R. Cave, M.R., Butler, O., Chenery, S.R.N., Cook, J.M., Cresser, M.S., Miles, D.L., Atomic Spectrometry Update. Environmental analysis, J. Anal. At. Spectrom. Vol. 16, p.p. 194-235 (2001).
18. Wehrens, R., Putter, H., Buydens, L.M.C., The bootstrap: a tutorial, Chem. Intel. Lab. Syst., Vol. 54, p.p. 32-52 (2000).

Comentarios sobre la función social de la ciencia y el papel de la universidad

Ciencia y
Sociedad

Jorge Núñez Jover

**Presidente de la Cátedra CTS+I
Facultad de Química, Universidad de La Habana**

jorgenjover@rect.uh.cu



El objetivo de este documento

Lo que sigue no es un artículo científico en sentido estricto. Tampoco es precisamente un ensayo. Es un intento por compartir ideas, sobre todo con los estudiantes y jóvenes graduados de Química, acerca de la función social de la ciencia en la que se forman.

Albergo la convicción de que la formación de científicos no solo debe preocuparse por proveerlos de los más avanzados conocimientos y metodologías disponibles a nivel mundial, sino que también debe incorporar una cierta formación que, articulada a sus propias experiencias personales, los ayude a comprender el papel que corresponden a la ciencia, la tecnología y el desarrollo de la sociedad.

Ese es el propósito de la asignatura de Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología (PSCT) que desde hace algunos años imparto en la carrera de Química.

La ciencia y la tecnología son procesos sociales; su pasado, presente y futuro están fuertemente articulados a los contextos sociales donde se desenvuelven. Ellas son parte de la historia, la economía, la cultura de cualquier nación.

Es por ello que el científico no solo debe ser una persona competente e informada sobre su campo de trabajo. Es preferible que, además, comprenda el lugar de la actividad que realiza en la vida social de su país y también a nivel global.

Algunos años atrás, cuando comencé a impartir PSCT en el cuarto año de Química, le pregunté a una joven estudiante sobre qué tema investigaba y quién era su tutor. Ambas respuestas fueron inmediatas y precisas. No le fue tan fácil responder cuando le pregunté a qué grupo de investigación pertenecía y cuáles eran las líneas de investigación y proyectos del mismo. Me pareció que no conocía mucho de la dinámica grupal de la cual su trabajo era un eslabón.

La pregunta que no pudo responder fue de qué modo la agenda de investigación de su grupo, y la de ella misma, se relacionaban con las prioridades del desarrollo científico y tecnológico nacional. En otras palabras, como pude confirmar después, no estaba extendido entre los estudiantes el conocimiento de la dinámica social y tecnocientífica en que se insertaban sus esfuerzos científicos. Su meta era hacer una buena tesis, pero no tenía respuestas claras a preguntas del tipo: ¿Ciencia para qué?, ¿Ciencia para quién? ¿Cuál es la función social de la ciencia a la cual contribuyes?

Con frecuencia los estudiantes suelen estar al margen de las propuestas sobre política científica y tecnológica que se vienen discutiendo desde 2011 cuando apareció la primera versión de los Lineamientos de la Política Económica del partido y la Revolución y todos los desarrollos posteriores encarnados en los documentos de conceptualización del modelo de desarrollo del país, el plan nacional

de desarrollo hasta el 2030 y más recientemente la Constitución. Lo paradójico es que de la calidad de las políticas que de ellos emergen depende en gran medida la ciencia que los científicos podrán realizar. Desconocerlas no parece una decisión muy “científica” que digamos.

Seguramente el investigador que está preparando una tesis o redactando un artículo, puede tener éxito sin hacerse preguntas sobre la función social de la ciencia. Esas preguntas, sin embargo, cobran importancia cuando levantamos la vista y miramos más allá del laboratorio; cuando pensamos en el desarrollo del país, en la prosperidad que los cubanos nos merecemos; cuando nos interrogamos sobre el papel de la ciencia en el ejercicio de la soberanía y la independencia de nuestra patria. Cobran sentido cuando intentamos entender los problemas que afectan a nuestra ciencia nacional, la Química incluida, y también los éxitos impresionantes que ella exhibe.

Este breve documento se refiere a la función social de la ciencia, con énfasis en la ciencia universitaria. Sirva para continuar conversando sobre estos temas, ahora aprovechando el espacio de esta revista.

La función social de la ciencia

El concepto “función social de la ciencia” tiene su inspiración más directa en un libro de John D. Bernal, uno de los más grandes estudiosos de la ciencia del siglo XX. *La función social de la ciencia*, se publicó en el año 1939, en la antesala de la Segunda Guerra Mundial y constituyó posiblemente el primer debate público sobre el papel de la ciencia en la sociedad. Es un libro que gira en torno a dos cuestiones: lo que hace la ciencia y lo que debe hacer la ciencia, temas clave también aquí, entre nosotros. A Bernal le preocupaba la relación entre la ciencia y los diferentes proyectos sociales que en su tiempo se dibujaban claramente: capitalismo y socialismo. Para él, comunista comprometido

y científico de primer nivel, el socialismo debería ser el sistema social capaz de poner la ciencia al servicio del bienestar humano.

Lamentablemente, la ciencia hoy, a través de la tecnología, se orienta más a satisfacer las demandas de las grandes corporaciones internacionales y el complejo militar industrial que a satisfacer las necesidades humanas básicas de una parte importante de la población mundial. El informe mundial de la ciencia dice que más de dos mil millones de personas no se benefician de la galopante dinámica innovativa global. Alrededor de una decena de países concentran el grueso de la capacidad científica y tecnológica mundial. La ciencia está aún más concentrada que la riqueza.

El fuerte debate que hoy tiene lugar en el mundo sobre estos temas, donde las fuerzas progresistas intentan construir alternativas científicas y tecnológicas que apoyen los objetivos de la lucha contra la pobreza, la desigualdad y el deterioro ambiental, de algún modo continúan el tema que Bernal colocó encima de la mesa.

En Cuba nos esforzamos por avanzar hacia un modelo socialista que conjugue prosperidad y sostenibilidad y hay conciencia que ello será imposible sin movilizar las palancas que nos pueden proporcionar las ciencias y las tecnologías.

Por ello necesitamos avanzar en la construcción de políticas científicas y tecnológicas que nos ayuden a trabajar a favor del avance de la economía, pero también de la justicia, la equidad, la inclusión social, el combate contra la pobreza y a promover la sostenibilidad ambiental.

Bernal, como nosotros, apreciaba con claridad que los éxitos y fracasos de la aplicación de la ciencia y la tecnología, en relación con el bienestar humano, no dependen solamente de ellas, sino de decisiones políticas y económicas que las condicionan.

Estaba seguro de que, como había previsto Marx, la ciencia se subordinaría cada vez más a la lógica del capital y se apartaría de fines

verdaderamente humanistas. Veía en la articulación de la ciencia al proyecto socialista una alternativa. Construir esa alternativa es lo que anima los esfuerzos que en Cuba realizamos.

En la Cátedra de Estudios Sociales de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTS+I), radicada en la Facultad de Química, compartimos la convicción de que el conocimiento, la ciencia, la tecnología, la innovación son elementos clave en el avance de nuestro país. Son imprescindibles, para impulsar el desarrollo económico, cuidar el medio ambiente, mejorar el sistema de salud, enriquecer la educación, asegurar la defensa del país y la tranquilidad ciudadana, promover la participación social y profundizar las prácticas democráticas de nuestra sociedad. La ciencia no es solo una fuerza productiva directa, es mucho más: una fuerza social transformadora. Para ello no solo estamos urgidos de científicos capacitados; también necesitamos científicos portadores de la proyección social que todo ello demanda.

Pero la producción, distribución y uso del conocimiento no depende solo de los científicos, los maestros y profesores y las instituciones donde ellos laboran: centros de investigación, escuelas, universidades, centros de capacitación u otros. La ciencia es una construcción social que depende de los actores más diversos. Son las redes de actores formadas por empresas, decisores de políticas, ministerios, comunidades, universidades, escuelas, instituciones de investigación las que determinan la creación de capacidades de conocimiento, la manera en que ellas se distribuyen en la sociedad y, quizás lo más importante, el modo en que se les utiliza por la sociedad.

Los países que lograron avanzar en su desarrollo a lo largo del siglo XX se apoyaron en exitosas políticas educacionales, científicas y tecnológicas.

La lección es simple: la ciencia no navega por encima de la sociedad generando

beneficios y resolviendo problemas; conocimiento, ciencia, tecnología e innovación son procesos sociales dependientes de los valores, intereses, políticas que moldean su desarrollo y explican sus éxitos y fracasos. Tecnología y sociedad son un tejido sin costuras, son indistinguibles.

De las sociedades depende el rumbo que toman la ciencia y la tecnología; y de los caminos tecnológicos que se seleccionen, la capacidad de los países para crear la riqueza y el bienestar que se proponen. El desarrollo tecnocientífico no sigue un camino único: las prioridades, formas de organización, entre otros factores, son variables. Por ello es conveniente hablar de “estilos científicos” y “estilos tecnológicos”, significando la variedad de opciones posibles. Cada país debe impulsar aquellos estilos que sean coherentes con sus proyectos de desarrollo. Esos estilos podrán ayudar a perpetuar el subdesarrollo y la dependencia o respaldarán el desarrollo y la autonomía tecnológica; podrán servir para concentrar la riqueza y la exclusión o propiciarán un desarrollo equitativo y socialmente justo; apoyarán la seguridad alimentaria, la construcción de viviendas, las energías renovables o favorecerán un desarrollo insostenible. En resumen: entre ciencia y sociedad hay una relación de doble tráfico: la ciencia influye en la sociedad, mientras la sociedad genera o no el contexto que impulsa a la ciencia y permite aprovechar sus potencialidades.

Sobre la universidad

Las universidades son o deben ser actores clave del conocimiento, la ciencia y la tecnología. Como mencioné antes Cuba está inmersa en transformaciones fundamentales que la ciencia universitaria viene acompañando. La UH, la Facultad de Química y las restantes, están desarrollando iniciativas importantes.

Todo esfuerzo debe conducirnos a reforzar el papel de la universidad en el sistema de ciencia, tecnología e innovación. Hay que fortalecer el complejo de relaciones “*educación superior-conocimiento-ciencia-tecnología-innovación-sociedad*”. En él tienen cabida todos los campos científicos, tecnológicos, las humanidades, e incluso la experiencia de los productores y el conocimiento cotidiano.

La universidad es muy importante por muchas razones, entre ellas:

1. La universidad es clave en la producción social de conocimientos, ciencia y tecnología. En el contexto de América Latina y el Caribe, incluida Cuba, la educación superior es, con frecuencia, la que posee mayor capacidad de producción de conocimientos. Carece de sentido la idea de hablar de un sector de ciencia y tecnología o de políticas de innovación que no incluyan a la educación superior, con su diversidad de funciones, como un actor clave.
2. Son necesarias políticas públicas orientadas a fortalecer la educación superior como institución de conocimiento y a conectar sus capacidades con el sector productivo y otras instituciones sociales. La construcción de capacidades avanzadas de formación, investigación e innovación solo puede ser el resultado de políticas perseverantes, que movilicen las voluntades del ámbito académico y de otros actores sociales, en particular, del Estado. El mercado tiene importancia, pero no es todo.
3. La capacidad de formación, investigación e innovación de las universidades debe ayudar a impulsar el sector productivo y también a generar inclusión social, justicia, equidad y cuidado del medio ambiente. Se trata de que la ciencia universitaria – ciencias naturales, técnicas, sociales u otras – contribuyan a lo que algunos autores denominan una “ciencia de la sostenibilidad”, es decir prácticas científicas que se funden en objetivos que tributen al desarrollo social, incluido el económico. Para esa ciencia necesitamos indicadores que no se reducen a artículos publicados y patentes, hay que estimar en toda su diversidad los impactos favorables que ella pueda generar. Con frecuencia la “ciencia de la sostenibilidad” reclama esfuerzos multi, inter y transdisciplinarios y el diálogo directo entre los productores del conocimiento, los decisores y usuarios.
4. El modelo de relación universidad-sociedad tiene que ser interactivo, de doble tráfico entre ambas esferas. La sociedad, a través de sus actores clave: estado, gobiernos, empresas, cooperativas, sociedad civil, entre otros, debe ser capaz de formular demandas y proveer recursos. La ciencia, sus instituciones, los científicos, tienen que ser proactivos: colaborar en la identificación de necesidades y oportunidades y dialogar vigorosamente con la sociedad. La “torre de marfil” no cabe en este modelo.
5. El conocimiento relevante para el desarrollo debe tener muy en cuenta el contexto de su aplicación. La trama de relaciones en que se inserta la práctica científica puede generar agendas de investigación y trayectorias socio-técnicas que permitan nuevas exploraciones de la frontera científica y tecnológica y produzcan investigaciones relevantes en términos científicos, cuya aplicabilidad puede desbordar los límites del contexto que los generó. La investigación debe fomentar, a través de las mediaciones necesarias, la innovación.
6. Es preciso subrayar la función social de los conocimientos en general, incluyendo ciencias naturales y exactas, ingenierías, ciencias sociales, humanidades y otras. Mejor aún, privilegiar la superación de las disyunciones entre esos campos y la generación de abordajes interdisciplinarios. Lo importante es conectar la integridad del

saber al desarrollo. Las universidades tienen potencialidades para ello.

7. La formación de profesionales en los niveles de grado y posgrado es muy importante en la conexión del conocimiento al desarrollo. Ese proceso debe vincular el estudio con el trabajo e incorporar la preparación en investigación. Es vital el sistema de educación continua, conducido con un enfoque de pertinencia social. Los procesos de aprobación, evaluación y acreditación de los programas deben tomar en cuenta la pertinencia social, operando dentro del modelo interactivo mencionado.
8. La educación continua de los profesionales debe guardar estrecha relación con el desempeño laboral y aproximarse lo más posible a los espacios productivos. Para cumplir su tarea, las instituciones de educación superior requieren desarrollar políticas, estrategias, seleccionar indicadores, introducir transformaciones institucionales y fomentar sistemas de evaluación que favorezcan ese encuentro de los conocimientos con el desarrollo social. Todos esos cambios deben fortalecer la pertinencia social de las universidades.
9. El contexto de actuación del complejo aludido es tanto nacional y sectorial como territorial o local. El modelo de municipalización de la educación superior, creado en la década anterior, favorece el avance hacia uno de producción de conocimientos centrado en el contexto, que puede apoyar la creación de sistemas locales de innovación.

Para finalizar

Retomo el punto de partida de este documento: los científicos, desde las etapas más tempranas de su formación deben incorporar visiones cada vez más abarcadoras que les permitan comprender y orientarse dentro de la compleja dinámica social de la ciencia. Sugiero que es una necesidad que

dimana del papel que a la ciencia y la tecnología les corresponde en nuestro modelo social, El concepto “función social de la ciencia” merece ser considerado como un asunto relevante en los programas de formación.



Lázaro A. González Fernández
Facultad de Química, Universidad de La Habana
lagonzalez@estudiantes.fq.uh.cu



Yolier Izquierdo Cuellar
Ciencias de la Información, FCOM, UH
yicuellar@estudiantes.fcom.uh.cu

Un primer acercamiento al tema

En las últimas dos décadas el mundo ha alcanzado logros considerables en cuanto a desarrollo humano. La pobreza extrema se ha reducido significativamente, el acceso a la educación primaria y los índices sanitarios han mejorado, y se han realizado progresos sustanciales a la hora de promover la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres. Los esfuerzos por cumplir los Objetivos de Desarrollo del Milenio han contribuido a este progreso y permitido a las personas de todo el mundo mejorar sus vidas y sus perspectivas de futuro.

Sin embargo, a pesar de estos logros destacables, la pobreza extrema sigue siendo un reto importante, con más de 700 millones de personas a nivel mundial que viven con menos de 1,90 USD (en términos de paridad de poder adquisitivo) al día. Las desigualdades o bien son elevadas o bien van al alza. Los niveles de desempleo y empleo vulnerable son altos en muchos países, especialmente entre la población joven. El consumo y la producción no sostenibles ejercen presión sobre los ecosistemas más allá de sus límites, socavando su capacidad de proporcionar servicios vitales para la vida, el desarrollo, y su propia regeneración. Las tensiones asociadas con la inestabilidad macroeconómica, los desastres

vinculados a las amenazas naturales, la degradación medioambiental, y el malestar sociopolítico repercuten negativamente en la vida de millones de personas. En muchos casos, estas tensiones obstaculizan, cuando no revierten, el progreso ya conseguido al cumplir objetivos de desarrollo acordados a nivel nacional e interno. Para preservar los logros alcanzados y abordar los actuales retos para el desarrollo a los que se enfrenta el mundo se necesita algo más que pequeños cambios.

Actualmente, es obligado fomentar el desarrollo sostenible. La nueva agenda para el desarrollo sostenible recoge una visión de lo que esto significa y se propone, de aquí al año 2030, poner fin a la pobreza, promover la prosperidad y el bienestar de las personas al tiempo que se protege el medio ambiente.

Radiografías al mundo contemporáneo. Desafíos de la Agenda 2030

Las desigualdades en los ingresos y en otros indicadores no relacionados con los ingresos, como las condiciones sanitarias, los logros educativos y las oportunidades de empleo, son factores determinantes para el crecimiento económico y el bienestar. Las personas más desfavorecidas y vulnerables suelen vivir menos años y les resulta difícil salir del círculo vicioso que implica el bajo rendimiento

escolar, las pocas competencias adquiridas y unas perspectivas laborales escasas. A largo plazo, la desigualdad en los ingresos y las oportunidades socava el crecimiento económico en el futuro. Para lograr el crecimiento económico sostenible es fundamental abordar la naturaleza multidimensional de la desigualdad y sus efectos en distintos segmentos de la población. Por ello, fomentar el crecimiento inclusivo es un aspecto importante de la agenda a favor del crecimiento.

La pobreza es un problema multidimensional y no simplemente la falta de ingresos adecuados. Por ejemplo, es muy poco probable que ganar 1,90 USD PPA (en términos de paridad de poder adquisitivo) al día signifique poner fin a las muchas privaciones que coexisten en la vida de las personas pobres, como la malnutrición, un saneamiento deficiente y la falta de electricidad o de escuelas apropiadas. La pobreza de tiempo añade otra dimensión. Las mujeres de los países en desarrollo, por ejemplo, pasan la mayor parte del tiempo desempeñando actividades no remuneradas en el hogar o para ganarse el sustento. En consecuencia, les queda poco tiempo para llevar a cabo tareas remuneradas y propiamente de carácter laboral, un hecho que exacerba la pobreza. Según indica el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) mundial, se considera que 1,6 mil millones de personas de 108 países que acogen al 78 % de la población mundial son pobres multidimensionales.¹ El IPM refleja la combinación de desventajas que sufren las personas pobres simultáneamente en distintos ámbitos de sus vidas, como la educación, la salud y el nivel de vida.

Más de 700 millones de personas en todo el mundo siguen viviendo con menos de 1,90 USD (PPA) al día, el umbral de la pobreza extrema,² y más de la mitad de la población mundial se sitúa en la parte inferior de la pirámide económica con menos de 8 USD al día.³ Si bien el crecimiento económico es un

potente instrumento necesario para reducir la pobreza, no es suficiente salvo que este sea inclusivo y equitativo y contemple las necesidades de las personas pobres y marginadas como aspecto central de las prioridades de desarrollo.

Los procesos de exclusión social, derivados de múltiples factores económicos, sociales, políticos y culturales, siguen desempeñando un papel fundamental a la hora de perpetuar la pobreza y consolidar desigualdades en los resultados y las oportunidades. La exclusión social niega a muchas personas, entre ellas, los pobres urbanos y rurales, los pueblos indígenas, las minorías étnicas, las personas que viven con discapacidades, las mujeres, y los jóvenes, las oportunidades y las capacidades que necesitan para mejorar sus vidas. Los índices altos o crecientes de desigualdad obstaculizan el crecimiento económico y socavan la cohesión social, aumentando las tensiones políticas y sociales y, en algunas circunstancias, provocando inestabilidad y conflictos.

Los índices altos o crecientes de vulnerabilidad ante las tensiones contribuyen a la pobreza y a un descenso del crecimiento económico. Las tensiones como, por ejemplo, la aparición lenta y rápida de desastres, la recesión económica y los conflictos destruyen medios de subsistencia y el bienestar de millones de personas en todo el mundo, especialmente de las personas pobres. En la última década, el total de pérdidas económicas relacionadas con los desastres sobrepasó los 1,3 billones de USD.⁴ Los desastres de evolución lenta a pequeña escala afectan principalmente a comunidades y familias y constituyen un alto porcentaje de todas las pérdidas. Las principales causas del aumento de los niveles del riesgo de desastres radican en una gobernanza deficiente y el crecimiento sustancial de la población y de los bienes en zonas expuestas a amenazas naturales. Las personas casi pobres, aquellas que viven muy ligeramente por encima del umbral de la

pobreza extrema, son especialmente vulnerables ante las tensiones, tienen menos capacidad de reaccionar ante el impacto de los desastres y se enfrentan al riesgo de retroceder hasta la pobreza extrema.⁵

La gestión no sostenible del medio ambiente y los recursos naturales exacerba todavía más la pobreza, puesto que los servicios de los ecosistemas y otros bienes no de mercado representan entre el 50 y el 90 % del total de las fuentes de subsistencia entre familias pobres rurales y que habitan en los bosques.⁶ Cada año, se talan más de 13 millones de hectáreas de bosques, una extensión que equivale a tres veces el tamaño de Suiza. Esta destrucción contribuye hasta con el 20 % de las emisiones mundiales de gases con efecto invernadero y altera los medios de subsistencia de millones de personas que dependen del bosque.

Actualmente, el mundo es más desigual que en ningún otro momento desde la década de los cuarenta.⁷ La desigualdad de ingresos y riqueza en el seno de muchos países se ha intensificado, comprometiendo los esfuerzos de hacer realidad los resultados de desarrollo y ampliar las oportunidades y capacidades de las personas, especialmente las pobres. Casi la mitad de la riqueza del mundo está ahora en manos de tan solo el 1 % de la población.⁸

Estas diferencias de ingresos y riqueza, combinadas con medios de subsistencia poco seguros, mercados volátiles y servicios irregulares aumentan el riesgo de muchas personas de situarse por debajo del umbral de la pobreza.

La desigualdad ha obstaculizado el progreso en nutrición, salud y educación para grandes segmentos de la población, minando las capacidades humanas necesarias para disfrutar de una vida decente. Asimismo, ha reducido el acceso y las oportunidades a recursos económicos, sociales, medioambientales y políticos. Con mucha probabilidad, la creciente desigualdad desencadenará la voluntad de esforzarse al

máximo para erradicar la pobreza extrema y el hambre.

La desigualdad contradice los principios fundamentales de la justicia social, incluido el concepto consagrado en el artículo 1 de la Declaración Universal de Derechos Humanos, que establece que “*Todos los seres humanos nacen libres e iguales en dignidad y derecho*”.⁹ Con la aprobación de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible en septiembre de 2015, los líderes mundiales se han comprometido a combatir la desigualdad en y entre los países.

La creciente desigualdad puede aumentar las tensiones políticas y sociales, y, en algunas circunstancias, provocar conflictos e inestabilidad. Los niveles de riesgo y la vulnerabilidad sistémica resultantes van en detrimento del crecimiento económico, la reducción de la pobreza, la salud y la movilidad social, y repercuten negativamente en la gobernanza y las instituciones democráticas. El aumento de la desigualdad tiene implicaciones importantes para el crecimiento económico y la estabilidad macroeconómica; puede implicar que una élite concentre el poder político y de toma de decisiones, conllevar un uso inadecuado de los recursos de derechos humanos, derivar en inestabilidad política y económica que reduzca las inversiones, e incrementar el riesgo de crisis.¹⁰

Los altos índices de desigualdad socavan el crecimiento económico impidiendo que los hogares con menores ingresos puedan conservar la salud y acumular capital humano y físico.¹¹ Por ejemplo, pueden provocar una inversión insuficiente en educación y que los niños y las niñas pobres se vean obligados a asistir a escuelas de peor calidad y, como resultado, tengan menos probabilidades de ir a la universidad. En consecuencia, la productividad laboral podría ser inferior a la que hubiera propiciado un entorno más equitativo. De igual modo, en los países con niveles más altos de desigualdad de ingresos se

suelen observar niveles inferiores de movilidad entre generaciones, donde las ganancias de los padres son un factor más determinante que las ganancias de los hijos.¹² La creciente concentración de ingresos también podría reducir la demanda agregada y debilitar el crecimiento puesto que los sectores de población más ricos gastan una fracción menor de sus ingresos en comparación con los grupos de ingresos medios o más bajos.¹³

La desigualdad de resultados, especialmente la desigualdad de ingresos, desempeña un papel fundamental a la hora de determinar variaciones en el bienestar humano. Así lo refleja claramente el firme vínculo entre desigualdad de ingresos y desigualdades en la nutrición, la salud y la educación.¹⁴ Es más, cuando los sectores privilegiados ejercen un control político y una influencia exagerados, y, por ejemplo, cuando este tipo de influencia afecta al acceso a los recursos, entonces la desigualdad de ingresos compromete las vidas económicas, políticas y sociales de los sectores menos privilegiados y restringe las oportunidades que tienen para afianzar su bienestar.¹⁵ Si bien es necesaria cierta desigualdad en la economía de mercado puesto que esta proporciona los incentivos para que las personas quieran superarse, competir, ahorrar e invertir para seguir progresando en la vida, el aumento de la desigualdad de ingresos y riqueza causa preocupación.

La desigualdad es multidimensional y no está relacionada únicamente con los ingresos y la riqueza. Es posible que centrar la atención excesivamente en las desigualdades de ingresos o riqueza no valore adecuadamente las desigualdades en la calidad de vida. La desigualdad de oportunidades se vincula a la educación, la salud, la seguridad alimentaria, el empleo, la vivienda, los servicios de salud, el acceso a la justicia y los recursos económicos. La desigualdad de oportunidades puede ser horizontal dentro de grupos o vertical cuando no está relacionada con distinciones de grupo. Las formas de discriminación contra grupos

concretos pueden provocar que muchas personas se vean afectadas por formas de discriminación múltiples e interrelacionadas que producen y reproducen desigualdades arraigadas a lo largo de generaciones. Muchas de las poblaciones y los grupos más excluidos, desamparados y marginados pueden sufrir una discriminación intrincada que se manifieste en leyes, políticas y prácticas. Es importante reconocer la aspiración de respaldar la igualdad formal, mediante la igualdad procedimental, así como la igualdad sustantiva, que exige avanzar hacia la igualdad de oportunidades y resultados, lo que incluye inversiones y medidas adicionales que tengan en cuenta las diferencias, las desigualdades y las desventajas estructurales.

La Agenda 2030, los Objetivos de Desarrollo Sostenible y las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación

A comienzos del nuevo milenio, los líderes mundiales se reunieron en las Naciones Unidas con la visión de combatir la pobreza en sus múltiples dimensiones. Esa visión fue traducida en ocho *Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)*, que marcó la agenda global hasta el año 2015. Gracias a los concertados esfuerzos mundiales, regionales, nacionales y locales, los ODM salvaron millones de vidas y mejoraron las condiciones para muchos más, pero el trabajo aún no se ha completado y debe continuar en la nueva era del desarrollo.

Después de un arduo esfuerzo, los estados miembros de la ONU, en conjunto con ONGs y ciudadanos de todo el mundo, generaron una propuesta de 17 **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** con metas al 2030. Esta nueva agenda de desarrollo fue discutida oficialmente en la Cumbre de Desarrollo Sostenible realizada en septiembre del 2015, como evento central de la Asamblea General de la ONU en Nueva York, donde 193 líderes del mundo se comprometieron a cumplir estos

17 objetivos para lograr progresos extraordinarios en los próximos 15 años.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Mundiales, son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad.

Estos 17 Objetivos se basan en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, aunque incluyen nuevas esferas como el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible y la paz y la justicia, entre otras prioridades. Los Objetivos están interrelacionados, con frecuencia la clave del éxito de uno involucrará las cuestiones más frecuentemente vinculadas con otro.

Los ODS conllevan un espíritu de colaboración y pragmatismo para elegir las mejores opciones con el fin de mejorar la vida, de manera sostenible, para las generaciones futuras. Proporcionan orientaciones y metas claras para su adopción por todos los países en conformidad con sus propias prioridades y los desafíos ambientales del mundo en general.

Los ODS son una agenda inclusiva. Abordan las causas fundamentales de la pobreza y nos unen para lograr un cambio positivo en beneficio de las personas y el planeta.

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus 169 metas propuestas por el Grupo de Trabajo son una clara expresión de la visión de los Estados miembros y su deseo de contar con una agenda para erradicar la pobreza, lograr la prosperidad compartida y la paz, proteger el planeta sin dejar a nadie atrás.¹⁶

El papel de las Políticas de CTI en los ODS y sus metas

Las últimas décadas han sido testigo del desarrollo acelerado de un modelo de desarrollo que además de hegemónico y desigual, es insostenible en todos los aspectos

posibles.¹⁷ Es ostensible el cada vez más marcado divorcio entre desarrollo económico y calidad de vida. La pobreza extrema y la exclusión social sufren igual comportamiento. Por ende, es de suponerse que un acelerado desarrollo económico no beneficiará a toda la sociedad por igual, y por lo tanto no debe ser el motor impulsor del desarrollo integral de las sociedades del presente y del futuro.

Estamos haciendo referencia a un “régimen acumulativo caracterizado por la producción en masa, consumo masivo, y un uso excesivo de recursos naturales, así como una mayor explotación de la mano de obra”.¹⁷ Un dramático aumento de las desigualdades son la consecuencia directa del auge descontrolado de las políticas neoliberales, de la pérdida progresiva del estado de bienestar social, y el empoderamiento casi irreversible de las empresas transnacionales, que dominan y privatizan el conocimiento y las finanzas internacionales.

Es inmediato pensar que tanto el conocimiento científico como la tecnología que hemos sido capaces de desarrollar deben ser pilares de suma importancia para lograr alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible y cumplimentar la Agenda 2030. Desde todos los frentes se debe luchar porque ciencia, tecnología, innovación aporten al logro del desarrollo sostenible deseado. La lucha contra la pobreza, y la satisfacción de las necesidades básicas y más primordiales de la sociedad, que incluyen decisivamente temas como la educación, la salud, y la seguridad ciudadana deben ser puestos sobre la mesa para que pueda aspirarse al logro satisfactorio del desarrollo sostenible.

El conocimiento es el centro hoy de la base tecnológica que sirve de sustento al poder.¹⁸ Esa capitalización y privatización del conocimiento científico es la que dificulta que este se pueda usar para emprender un programa de mejoras de la calidad de vida de los más necesitados.

Se desprende que las Políticas de CTI deben ser actores de crecimiento económico, y de desarrollo sostenible en general, y que se deben oponer al modelo insostenible de consumo y de vida que ha asumido la sociedad contemporánea, y que poco resuelve a los más pobres y subdesarrollados.

Según un informe de OCDE (2011): *“Hay un amplio consenso en que la desconexión entre crecimiento económico y bienestar social se está incrementando. Al mismo tiempo, la investigación y la innovación se han convertido en uno de los principales motores del crecimiento. Sin embargo, estas dos tendencias no han podido ser reconciliadas: hay una clara ausencia de explotación de soluciones innovadoras orientadas a atender problemas sociales, hecho que acarrea grandes costos de oportunidad para la sociedad. La innovación social ofrece un camino para reconciliar estas dos fuerzas, generando crecimiento económico y valor social al mismo tiempo”*.

En lo que va de siglo el conocimiento y la innovación son las bases sobre las que descansa el bienestar social y han sido nombrados los motores del desarrollo sostenible. Desgraciadamente, *“La tecnología se crea en respuesta a las presiones del mercado y no de las necesidades de los pobres”* lo cual se evidencia en las prioridades de los gastos mundiales de investigación en salud, agricultura y energía (PNUD, 2001).

Las agendas investigativas, los discursos y políticas de los organismos internacionales abordan demasiado superficialmente el tema de la pobreza y las desigualdades que reina hoy en el planeta. Se hace cada día más evidente la separación entre el reflejo de las políticas con fines sociales y las que involucran a la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

Para pesar del mundo contemporáneo, las políticas de CTI no están bien valorizadas para el cumplimiento de los ODS y la Agenda 2030. Las Políticas de CTI, que para el logro de los Objetivos y Metas son imprescindibles, en el

mejor de los casos han quedado relegadas a discursos. No se exhibe, al menos por parte de la mayoría de las naciones que comparten el planeta, una preocupación por introducir y empoderar a la Ciencia, la Tecnología y la Innovación para el combate diario a la pobreza y para eliminar las situaciones precarias de existencia de los millones de seres humanos que hoy viven en la pobreza extrema y mueren de hambre.

Las nuevas Políticas de CTI no deben estar desarticuladas en ningún sentido con el desarrollo inclusivo y sostenible, ya que las primeras deben actuar como el vehículo de concreción de las últimas. Los intereses económicos no deberían ser un obstáculo para que las Políticas de CTI cumplan la finalidad que de ellas hoy se demanda.

Para que los ODS puedan hacerse palpables, es necesario que logremos incrementar la producción y expansión del conocimiento que se genera en todo el mundo: una visión alternativa y más revolucionaria de enlazar conocimiento y sociedad.¹⁹

Es innegable entonces que deben transformarse y reenfocarse las políticas de CTI para enfrentar los cambios que precisa el logro de la Agenda 2030 y los ODS con sus metas. El punto desde el cual debe partir esa renovación es la superación de creer que el desarrollo económico es lo mismo que el crecimiento económico, además de que el desarrollo sostenible e incluyente y basado en el conocimiento científico sea el centro de las estrategias que se tracen. Hay que partir de una visión en la cual las personas no son solo los beneficiados con las políticas correctamente distributivas, sino como actores conscientes que ayudan a la identificación y búsqueda de soluciones científico-tecnológicas a los problemas. No se pretende olvidar que la calidad de vida de las personas supone que se atiendan el crecimiento y desarrollo económico, la producción de alimentos, bienes y servicios, la educación y salud de calidad, la temática del empleo, la vivienda, la cultura, la

sostenibilidad ambiental y la calidad del agua, los viales, etc.¹⁹

Conclusiones

En un mundo que se enfrenta a cada vez más retos para el desarrollo, a los países les suele resultar difícil implementar estrategias para el desarrollo sostenible que sean transformadoras. Las estimaciones de las necesidades de inversión para aplicar los ODS en los países en desarrollo oscilan entre los 3,3 billones de USD y los 4,5 billones de USD anuales, principalmente en concepto de infraestructura básica, seguridad alimentaria, adaptación al cambio climático y su mitigación, salud y educación.²⁰ Al mismo tiempo, la evolución y la integración de los mercados financieros han aumentado la diversidad de opciones entre las cuales elegir para promover inversiones a favor del desarrollo sostenible. Han surgido nuevas oportunidades para catalizar, agrupar y hacer un uso más eficiente de los recursos a fin de abordar estos cambios en el desarrollo y gestionar mejor los riesgos. Para promover el crecimiento inclusivo y lograr el desarrollo sostenible es fundamental garantizar que todos los países, y, en especial los más pobres y vulnerables, sean capaces de acceder a las oportunidades de financiación disponibles.

Se necesitan más esfuerzos concertados para abordar las causas profundas y los retos de las múltiples dimensiones de la pobreza mediante estrategias integradas, coordinadas y coherentes a todos los niveles. A pesar de los numerosos retos que existen a la hora de abordar las desigualdades, hay motivos para el optimismo.

En este momento es posible detener y revertir las crecientes desigualdades y erradicar la pobreza extrema. Existe más margen que nunca para la expresión y la participación, y cada vez más países avanzan hacia sistemas políticos democráticos y

responden a una creciente demanda de los ciudadanos.

Asimismo, las experiencias y los conocimientos innovadores permiten procurar el crecimiento económico, la sostenibilidad medioambiental y la equidad social simultáneamente. En las próximas décadas, el desarrollo tendrá que llevar a cabo una tarea clave: aprovechar al máximo este impulso al tiempo que se implementan medidas para mitigar el riesgo y se previene la pérdida de ganancias cuando surge una crisis. El éxito dependerá de encontrar maneras de combatir la pobreza y la desigualdad, afianzando la inclusión y reduciendo el conflicto sin infligir daños irreversibles a los sistemas medioambientales.

REFERENCIAS

1. Índice mundial de pobreza multidimensional **2014**. Oxford Poverty and Human Development Initiative, **2014**.
2. Ending Extreme Poverty and Sharing Prosperity: Progress and Policies. Grupo del Banco Mundial. Octubre de **2015**.
3. Llamamiento a la acción empresarial. Foro anual **2014**. Informe resumido.
4. Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Naciones Unidas, **2015**.
5. Informe sobre Desarrollo Humano 2014. Sostener el Progreso Humano: reducir vulnerabilidades y construir resiliencia. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, **2014**.
6. The True Value of Ecosystems. UICN, **2015**.
7. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, “Humanidad Dividida: Cómo Hacer Frente a la Desigualdad en los Países en Desarrollo”, **2013**.
8. Fondo Monetario Internacional, “Causes and Consequences of Income Inequality: A Global Perspective”, **2015**.
9. Declaración Universal de Derechos Humanos, Naciones Unidas, **1948**.

10. Fondo Monetario Internacional, "Causes and Consequences of Income Inequality: A Global Perspective", **2015**.
11. Fondo Monetario Internacional, "Causes and Consequences of Income Inequality: A Global Perspective", **2016**.
12. M. Corak, "Income Inequality, Equality of Opportunity, and Intergenerational Mobility," *Journal of Economic Perspectives* 27 (3): 79–102.
13. L. Carvalho y A. Rezai, "Personal Income Inequality and Aggregate Demand." Documento de Trabajo 2014-23, Departamento de Economía, Universidad de São Paulo, São Paulo, **2014**.
14. Organización Mundial de la Salud, "Subsanar las desigualdades en una generación: Alcanzar la equidad sanitaria actuando sobre los determinantes sociales de la salud", Informe final de la Comisión sobre Determinantes Sociales de la Salud, Ginebra, **2008**.
15. N. Birdsall, "The World is Not Flat: Inequality and Injustice in our Global Economy", Universidad de las Naciones Unidas, Instituto Mundial de Investigaciones de Economía del Desarrollo (UNU-WIDER), Conferencia anual 9 de WIDER, **2005**.
16. Agut, M. d. P. M. Objetivos de desarrollo sostenible (ods, 2015-2030) y agenda de desarrollo post 2015 a partir de los objetivos de desarrollo del milenio (2000-2015). **2015** quadernsanimacio.net
17. Cassiolato, J. "Sistema Nacional de Innovación de Brasil: Desafíos para la sostenibilidad y el desarrollo incluyente." G. Dutrénit y J. Sutz (Eds.): 65-95. **2013**.
18. Arocena, R., and J. Sutz. Innovación y democratización del conocimiento como contribución al desarrollo inclusivo. Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo, La experiencia latinoamericana. G. D. y. J. S. (Eds.): 19-34. **2013**.
19. Jover, J. N. and R. G. Vacacela. "Universidad, ciencia, tecnología y desarrollo sostenible." *Espacios* 38(39): 3-15. **2017**.
20. Informe sobre las Inversiones en el Mundo 2014. Invertir en los ODS: un plan de acción. UNCTAD, **2014**.

Tarea Vida: papel de la Ciencia en su construcción

Ciencia y
Sociedad



Lázaro A. González Fernández
Facultad de Química, Universidad de La Habana
lagonzalez@estudiantes.fq.uh.cu



Yasmani Pérez Forteza
Licenciatura en Periodismo, FCOM, UH
yperez@estudiantes.fcom.uh.cu

¿Qué nos ha traído hasta la Tarea Vida?

Las medidas de adaptación, mitigación y enfrentamiento a las nefastas consecuencias del cambio climático no son novedad en un país como Cuba donde, por ley y convicción, la sostenibilidad socioeconómica siempre se asocia al compromiso con el medio ambiente.

Desde 1991 se han desarrollado investigaciones por parte de la Academia de Ciencias de Cuba relacionadas con el cambio climático, las que se intensificaron a partir del año 2004 como consecuencia los desastres provocados por los huracanes Charley e Iván en nuestro país (Figura 1).

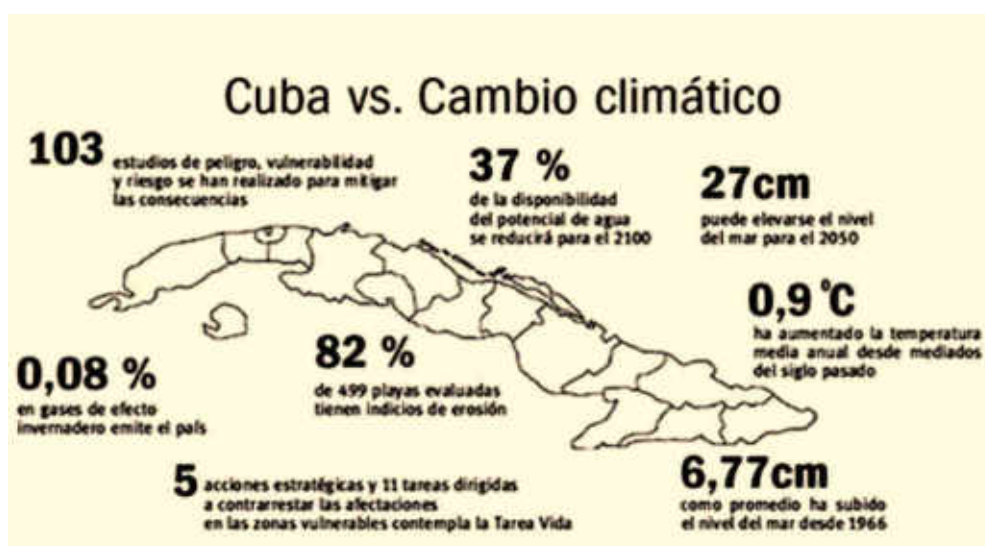


Figura 1. Cuba vs. Cambio Climático. Tomada de ECURED.

Datos avalados por estudios científicos ratifican que el clima de la Isla es cada vez más cálido y extremo; se ha observado gran variabilidad en la actividad, el régimen de lluvias ha cambiado, incrementándose significativamente desde 1960 la frecuencia y

extensión de las sequías; y se estima que el nivel del mar ha subido de forma acelerada.

En el año 2015 bajo la dirección del propio Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba se realizó una actualización de los documentos aprobados con anterioridad por el Consejo de Ministros, relacionados con

el enfrentamiento al cambio climático. En este sentido el Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático (conocido como la Tarea Vida) fue aprobado por el Consejo de Ministros el 25 de abril de 2017.

Desde entonces, directivos y funcionarios del ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), investigadores y expertos en la materia, salieron a verificar *in situ*, cuán inmensa y necesaria es asumir esa estrategia de responsabilidad compartida y participación multiplicada cuando todos reconocen y aceptan su imperativo.

Es imprescindible adaptarse o mitigar los efectos del cambio climático allí donde ocurren las penetraciones del mar por la subida de su nivel o por grandes olas resultado de tormentas severas o ciclones (se ha observado gran variabilidad y en lo que va de siglo el país ha sido azotado por nueve huracanes intensos, hechos sin precedentes en la historia).

La principal amenaza que enfrenta Cuba es el ascenso del nivel medio del mar, pues se estima este suba unos 27 centímetros para el año 2050, y 87 centímetros para el 2100, lo cual provoca la disminución de la superficie terrestre y la salinización de los acuíferos subterráneos. Los estragos también son provocados por un clima cada vez más cálido y extremo.¹

La temperatura media anual aumentó 0,9 °C desde mediados del siglo pasado y el régimen de lluvias ha cambiado desde 1960, con un incremento significativo de las sequías; en tanto el nivel del mar ha subido 6,77 cm como promedio, hasta la fecha.

Las inundaciones costeras ocasionadas por la sobrelevación del mar y el oleaje, producidos por huracanes, frentes fríos y otros eventos meteorológicos extremos, representan el mayor peligro por la destrucción que ocasionan al patrimonio natural y al construido en esa franja.

Asimismo, hay un deterioro acumulado en los principales elementos de protección

costera, como las playas arenosas, los humedales-manglares, bosques y herbazales de ciénaga- y las crestas de arrecifes de coral, los que de modo integrado amortiguan el impacto del oleaje provocado por estos fenómenos naturales.

El cambio climático perjudica particularmente a 119 asentamientos humanos, de los cuales 20 se prevé que desaparezcan para el año 2100. El 82 % de las playas arenosas en el país se encuentran erosionadas, es palpable el deterioro de las crestas de coral en varias zonas y el retroceso de la costa como promedio de 1,2 m por año.

La Tarea Vida contempla cinco acciones estratégicas encaminadas al ordenamiento de los asentamientos costeros y las tierras de uso agropecuario amenazadas, y 11 tareas priorizadas.

Repasando la tarea. Las áreas y zonas priorizadas. Acciones y Tareas

Está inspirado en el pensamiento del líder histórico de la Revolución cubana, Fidel Castro Ruz, quien en su discurso en la Cumbre de la Tierra 1992, en Río de Janeiro, describiría con claridad meridiana los riesgos y desafíos a enfrentar por la civilización ante el cambio climático: “...Una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales de vida: el hombre...”²

El objetivo de la Tarea Vida es diseñar un sistema de acciones integrales a nivel estatal para el enfrentamiento al cambio climático en las diferentes condiciones y variables del territorio cubano, para reducir las vulnerabilidades en las zonas costeras amenazadas en diferentes plazos. Este Plan de Estado es una nueva propuesta que tiene un alcance y jerarquías superiores. Se actualiza e incluye la dimensión territorial y se concibe mediante un programa de ejecuciones progresivas a corto (2020), mediano (2030), largo (2050) y muy largo plazo (2100).³

Entre las áreas identificadas como de riesgo se encuentran el Sur de las provincias de Artemisa y Mayabeque, el litoral norte de La Habana, el poblado de Guanabo y la cresta de arrecifes que colinda con la provincia de Mayabeque, la propia bahía de la capital y sus cuencas tributarias, la Zona de Desarrollo Especial del Mariel, Varadero con sus corredores turísticos, el litoral de la bahía de Cárdenas, los cayos turísticos de Villa Clara, el corredor turístico de la ciudad de Caibarién, los cayos del Norte de Ciego de Ávila, otras costas del Norte y Sur del archipiélago con particular importancia por la sensibilidad de los acuíferos subterráneos abiertos al mar, la zona costera del norte de Camagüey, el Polo de Santa Lucía, la ciudad costera de Nuevititas, el litoral norte de Holguín, la bahía de Santiago de Cuba, las ciudades costeras de Manzanillo y Niquero.

Se mencionan otros 13 asentamientos costeros de menores dimensiones, de los cuales se estima que nueve desaparezcan antes del 2050, la carretera Santiago-Pilón, vulnerable ante la elevación del mar, diez playas arenosas que también desaparecerían y otras áreas costeras extensas desprotegidas y sometidas al proceso de intrusión salina.

Los esfuerzos, las medidas y los procesos ingenieros para la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, se concentrarán en 73 de los 168 municipios del país, en 63 de los 93 asentamientos costeros y en diez de los 75 no costeros.

Para emprender las acciones encaminadas, a la mitigación y a la adaptación, se requiere de una concepción integrada de la problemática y se precisa una evaluación integral de la situación de la Isla ante este fenómeno, imprescindible para hacer el análisis actual y prospectivo.⁴ Las acciones incluyen, según el plan, la recuperación integral a corto plazo de 35 playas arenosas de uso turístico y protección costera para el 2020 y otras 56 hacia el año 2050.

Del mismo modo la siembra y recuperación de 3 157 hectáreas de mangle, y otros proyectos como las obras del Malecón habanero, la reubicación de instalaciones en la bahía de La Habana, la recuperación de crestas de arrecife de coral, la construcción o mantenimiento de diques y obras complementarias para la protección de los acuíferos costeros en las provincias de Artemisa y Ciego de Ávila, el reordenamiento de 20 asentamientos, el desarrollo de obras ingenieras para la sostenibilidad de la ciudad de Santiago de Cuba, así como obras ingenieras de la autopista nacional, entre otros numerosos proyectos.

La selección de los lugares priorizados inicialmente para el trabajo se fundamenta en tres elementos: primero, dónde hay que preservar la vida de las personas; segundo, dónde se necesita cuidar el espacio natural para garantizar la seguridad física y alimentaria; y tercero, las zonas de desarrollo turístico.

Según esas definiciones, han realizado una primera propuesta, porque estos 15 lugares no son inamovibles. Son las zonas por donde se va a comenzar, porque Cuba es vulnerable completamente, pero no se pueden acometer acciones en todos los lugares al mismo tiempo.

Enfrentar las indisciplinas costeras y atender los lugares afectados por la contaminación, asegurar la continuidad de este plan, cuyas prioridades no son inamovibles, educar a la población, en especial a la que vive en las costas, son tareas de primer orden, sin que se pierda el rigor y la exigencia en cuanto a lo regulado.

La ejecución del Plan de Estado se acompaña de un sistema integral de inspección y control ambiental de los Organismos de la Administración Central del Estado, el Consejo de la Administración Provincial y el Consejo de la Administración Municipal, teniendo en cuenta sus prioridades.⁵ Por su parte al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente le corresponde, por medio de su

titular Elba Rosa Pérez Montoya, exigir la planificación y ejecución de los procesos inversionistas que se priorizan en la Tarea por los Organismos de la Administración Central del Estado (OACE), las Organizaciones Superiores de Estado (OSDE), las Empresas Nacionales (EN) y los Consejos de la Administración Provinciales (CAP).

Consideraciones Finales

El desarrollo de procesos reflexivos y continuos fundamentados en la acumulación de experiencias, la ciencia y la democratización de conocimientos, así como la toma de decisiones referentes al cambio climático, permite la implementación de la Tarea Vida sobre la base de proteger la población, su seguridad física y alimentaria, el patrimonio construido y el desarrollo del turismo.

La identificación de los factores de riesgos a nivel local, que involucran a la población y las instituciones, conlleva a la búsqueda de soluciones integrales matizadas por la confiabilidad, sistematización y accesibilidad para lograr enfrentar la problemática climática con cambios en la conciencia individual y social.

El compromiso del trabajo conjunto del Estado con la población y las instituciones en el enfrentamiento al cambio climático, permitirán el logro efectivo de los resultados programados en los plazos previstos con los costos más razonables posibles, al tener como premisa la participación como un principio fundamental para la protección del medio ambiente y la definición de modelos de conducta armónicos en todos los niveles.

REFERENCIAS

1. MONTERO, RUDY Especialista principal del Grupo de Evaluación de Riesgos de la Agencia de Medio Ambiente. CUBADEBATE Tarea Vida: ¿Cómo enfrentará Cuba el cambio climático?, 16 de mayo del 2017.
2. CASTRO, FIDEL Discurso en la Cumbre de Río de Janeiro. 1992.
3. PÉREZ MONTOYA, ELBA ROSA CUBA DEBATE, Concluye primera etapa de la Tarea Vida: Un plan para salvaguardar el país, 14 julio 2017.
4. CUBADEBATE Tarea Vida: ¿Cómo enfrentará Cuba el cambio climático?, 16 de mayo del 2017.
5. CITMA, Folleto Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba Tarea Vida, mayo 2016, p.10.

Loreley Morejón Alonso

**Departamento de Química General e Inorgánica
Facultad de Química, Universidad de La Habana**

lmorej@fq.uh.cu



El pasado 31 de octubre de 2018 la Sociedad Cubana de Química (SCQ) celebró su 40 cumpleaños; por tal motivo hemos querido rescatar la memoria histórica de esta asociación científica que en los últimos años ha crecido en número y presencia en el ámbito nacional e internacional.

Es necesario señalar que existe poca documentación (digital o impresa) sobre los primeros 20 años de la SCQ y que el trabajo que se presenta ha sido fruto del esfuerzo personal de la Secretaria Ejecutiva de la SCQ, siendo la mayor parte de la información que se presenta el resultado del testimonio verbal de muchos de los fundadores de la SCQ que aún se encuentran en activo. De esta forma, es posible que se haya omitido alguna información de interés y por tal motivo pido disculpas.

Antecedentes históricos. Asociaciones científicas en Cuba siglos XVIII al XX

A finales del siglo XVIII, cuando Cuba se encontraba bajo el férreo colonialismo español y aún no se había conformado la nacionalidad cubana, algunos habaneros ilustres mostraron interés en promover y apoyar el crecimiento de la economía, la cultura, la educación, la ciencia y la sociedad de la nación dado el evidente atraso económico y social de nuestro país en aquella época. A raíz del surgimiento de otras sociedades similares en España y en algunos

países suramericanos, y tras vencer ciertas dificultades de carácter administrativo-legal, queda inaugurada el 9 de enero de 1793 la Real Sociedad Económica de Amigos del País de La Habana.¹ Dicha sociedad se preocupó fundamentalmente de solucionar los problemas que afectaban al desarrollo de la industria, la agricultura y el comercio, y entre el sinnúmero de actividades que llevó a cabo podemos mencionar la inauguración de la primera Biblioteca pública del país (1816), del Jardín Botánico de la Habana (1817), la Academia de Pintura, Dibujo y Escultura de San Alejandro (1818), la creación de cátedras de química, matemáticas y economía política, la instauración del ferrocarril, la construcción de caminos y calles, la creación de una casa para enfermos mentales, la introducción de la vacuna contra la viruela entre otras muchas acciones llevadas a cabo.²

Gracias a la notoriedad y visibilidad social alcanzada por los científicos cubanos y a numerosas gestiones realizadas por estos desde 1826, se funda, el 19 de mayo de 1861, la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana,³ la cual personificó a la voluntad de una generación de hombres de ciencia de servir a la nacionalidad naciente y de integrarse a una cultura y una identidad propias. Dicha institución contribuyó al desarrollo de cuestiones como la epidemiología e higiene pública, la viabilidad del acueducto de Albear y la creación de un Observatorio Meteorológico Central entre

otros muchos asuntos. Muchos de sus miembros fundadores fueron reconocidas personalidades como el médico Nicolás José Gutiérrez, el naturalista Felipe Poey, el químico Álvaro Reynoso, el geólogo Manuel Fernández de Castro, el ingeniero Francisco de Albear y el pediatra y médico legista Antonio Mestre Domínguez, quien fundara el 1864 la revista científica más importante del siglo XIX: *Anales de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana*.⁴



Figura 1. a) Edificio de la Sociedad Económica Amigos del país de La Habana, b) Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana

Es importante subrayar que las sociedades científicas han necesitado de un cuerpo legal que les permita su conformación, lo cual ha estado relacionado con el derecho ciudadano reconocido en las diferentes Constituciones de la República a lo largo de los años. Así, las Leyes de Reunión (1881) y la de Asociaciones (1887) favorecieron el surgimiento de disímiles espacios de sociabilidad públicos y privados, que agruparon a hombres y mujeres de todas las clases o sectores sociales y de variados pensamientos científicos o políticos durante este período.⁵

A mediados del siglo XIX, mientras se libraba la guerra por la independencia de nuestro país y Cuba dejaba de ser una colonia de España para convertirse en neo-colonia de los Estados Unidos, la actividad intelectual y el desarrollo científico del país se vieron muy debilitados. No obstante, tras el pacto del Zanjón y la promulgación de la constitución española de 1876; se favoreció el asociacionismo y surgieron algunas agrupaciones científicas en varias ramas del conocimiento, aunque la mayoría vinculadas a la medicina. Luego de la fundación de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana y hasta 1894 se crearon 22 asociaciones científicas, nueve de ellas en provincias, lo que evidencia un fenómeno nacional.⁶⁻⁸

Ya en la primera mitad del siglo XX algunas personalidades realizaron esfuerzos para agrupar a los científicos en aras del desarrollo. Así en 1913 el malacólogo Carlos de la Torre funda la Sociedad Cubana de Historia Natural “Felipe Poey”; el Dr. Antonio Núñez Jiménez crea la Sociedad Espeleológica de Cuba (1940) y en 1955 se crea la Asociación Cubana de Aficionados a la Meteorología. Cabe destacar que en el período se incrementa la creación de disímiles asociaciones relacionadas las diferentes especialidades médicas surgiendo así las Sociedades de Dermatología (1928); Cirugía (1929); Cardiología (1937); Obstetricia y Ginecología (1939); Patología Clínica (1945); Anestesiología (1950); Endocrinología (1953); Historia de la Medicina (1956) entre otras.

En 1962, luego del triunfo de la Revolución, se crea la Academia de Ciencias de Cuba (ACC) la cual adquiere carácter nacional e independiente y se convierte en eje principal para el desarrollo acelerado de la ciencia en nuestro país. Junto al sentido de nacionalidad mostrado por los pioneros del siglo XIX, la ACC desarrolló la idea de que la cultura científica debe ser patrimonio de todo el pueblo, de ahí que entre sus funciones

principales estuviera la creación y fortalecimiento de sociedades científicas con el fin de agrupar a los investigadores, profesores y estudiantes de las carreras afines en las diferentes ramas de la ciencia, y así contribuir al desarrollo de la ciencia nacional y su proyección internacional.⁴ Con la aprobación de la nueva Constitución de la República de 1976 se reconoce “*El derecho de asociación como medio a través del cual los ciudadanos pueden realizar múltiples actividades que coadyuvan al desarrollo de la ciencia, la cultura, los deportes, las iniciativas creadoras, el esparcimiento y la recreación en el tiempo libre, así como de las manifestaciones de amistad y solidaridad humana y otras formas de organización para el beneficio social*”. Siendo así, se aprueban entonces las Leyes de Asociaciones No. 1320 y la Ley 54 aún vigente, las cuales tienen como objetivo regular el ejercicio del derecho de asociación reconocido constitucionalmente a todos los ciudadanos.^{9,10}

La historia de la SCQ puede ser dividida en tres períodos debido a las características específicas de cada uno de ellos, pudiendo estudiarse del 1978 al 1996, del 1996 al 2009 y del 2009 a la actualidad.

Sociedad Cubana de Química (1978-1996)

En 1976 un grupo de químicos liderados por la Dra Ruth Daysi Henríquez Rodríguez,¹¹ quien fuera la Directora del Instituto de Química y Biología Experimental de la Academia de Ciencias de Cuba (ACC) y Decana de la Facultad de Farmacia de la Universidad de La Habana, se agrupan en un Comité Gestor para sentar las bases y organizarse con vistas a la futura creación de la Sociedad Cubana de Química. De esta manera, el 31 de octubre de 1978 y en virtud de lo establecido en la Ley No1320 del 27 de noviembre de 1976 queda oficialmente constituida la **Sociedad Cubana de Química** según Resolución No 386 del Ministerio de Justicia, siendo asentada en el Registro de Asociaciones de dicho ministerio ocho años más tarde en virtud de la Ley de Asociaciones del 27 de diciembre de 1985.¹⁰ En dicho documento constan como primeros miembros de la junta directiva Jorge Lodos Fernández (Vicepresidente) y Luis A. Montero Cabrera (Secretario Ejecutivo) quienes fueron ratificados durante las primeras elecciones realizadas el 30 de junio de 1979 y los cuales aún se encuentran en activo y han sido durante muchos años miembros claves de esta organización.



Figura 2. Resolución No 386 del Ministerio de Justicia: Constitución de la Sociedad Cubana de Química e Inscripción en el Registro de Asociaciones

Sin embargo, existen indicios de la posible existencia de la SCQ entre los años 1945-1950 dados por la existencia de tres publicaciones seriadas bajo el título de **Publicaciones de la Sociedad Cubana de Química** y editadas por la Imprenta de la Universidad de la Habana.¹²⁻¹⁴ Es posible que algunos químicos de la época encabezados por Luis Felipe Le Roy y Gálvez, quien fuera profesor de la antigua Cátedra L de Análisis Químico de la Escuela de Ciencias,¹⁵ intentaran agruparse formando dicha asociación. Con todo, en búsqueda realizada en el Archivo de la Academia de Ciencias de Cuba y el Archivo Nacional de la República de Cuba no fueron encontradas dichas publicaciones; ni tampoco pudo localizarse en el Registro de Asociaciones (Editado en el 1995) la presencia de un documento oficial que probara la creación de la Sociedad Cubana de Química en fecha anterior a 1978. A pesar de esto se hallaron evidencias de otras sociedades científicas relacionadas con la Química como la Sociedad Cubana de Químicos Azucareros, Asociación de Químicos de la Escuela de Azucareros de La Habana, Instituto cubano de Estudios Químicos y el Colegio Nacional de Químicos Industriales.

Por tal motivo entre las primeras acciones tomadas se decidió editar un programa de reuniones científicas nacionales e internacionales acerca de la Química Fundamental y Aplicada para divulgación gratuita entre todos los especialistas interesados. Otra de las actividades priorizadas fue promover la formación de Doctores en Ciencias en especialidades químicas ya que en la época existían muy pocos en el país y no existía ninguno de 2do grado; así como dar solución a problemas científicos del país a través de la búsqueda de especialistas en la temática dentro de la SCQ (asesorías) y promover concursos para todas las especialidades con el objetivo de unificar las diferentes ramas de la Química. A su vez se trabajó en la elaboración y aprobación de los

estatutos que regirían el trabajo de la SCQ durante aproximadamente 20 años.

Por otro lado, con vistas a la internacionalización de la sociedad se crearon vínculos con diversas sociedades científicas internacionales; de esta manera Cuba se unió a la Federación Latinoamericana de Asociaciones Químicas (FLAQ), participando por primera vez en 1979 en el XIII Congreso Latinoamericano de Química organizado por la FLAQ; es miembro de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) y está asociada a la Unión Internacional de Bioquímica y Biología Molecular (IUBMB).

En 1981 la SCQ contaba con aproximadamente 2000 miembros de todo el país; sin embargo, en aquel momento carecía de fondos para organizar cualquier tipo de actividad y además se dificultaba la comunicación entre sus miembros. No obstante, en el período de 1982 a 1985 se realizaron algunas actividades científicas: mesas redondas sobre medio ambiente, Simposio de polímeros, Simposio de Celulosa y Furfural, entre otras. Además, la SCQ colaboró en la organización y celebración de concursos de química para estudiantes y profesores universitarios; auspició la celebración del seminario de Enseñanza de la Química; preparó una sección llamada "*La Química por dentro*" para divulgar esta ciencia a través de un espacio televisivo del Canal Tele Rebelde y organizó el I y II Congreso Nacional de Química (actividades más importantes del período). Aún así, existían muchas insatisfacciones entre los miembros quienes creían que la vida de la SCQ era pobre y se resumía a la celebración de los congresos nacionales ya que era en estos espacios donde podían reunirse la mayoría de sus afiliados.

Una de las mayores debilidades de la incipiente SCQ que, a pesar de su propósito de unión entre varias ramas de la Química, existía poca participación de Bioquímicos e Ingenieros Químicos en la misma, siendo la mayor parte de su membresía Licenciados

Químicos pertenecientes a la Facultad de Química de la UH y/o centros de Investigación de la capital. En 1983 consta en acta la constitución de un grupo de afiliados en la Facultad de Procesos Químicos y Alimentarios del antiguo Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría” y la creación de un comité de Bioquímicos dentro de la SCQ provenientes de la Facultad de Biología y representativo de todos los bioquímicos del país. Igualmente fueron constituidas las filiales de Camagüey, Santiago de Cuba, Villa Clara y Las Tunas mostrando el crecimiento a nivel nacional de la asociación.

Después del II Congreso de Química, en 1985 la SCQ cae en un período de nueve años de inactividad hasta que un grupo de químicos reunidos en la XIV Conferencia Internacional de Química de la Universidad de Oriente (mayo, 1994) deciden reactivar la sociedad convocando a una junta extraordinaria y nuevas elecciones, comenzando entonces un nuevo período que abarcaría desde 1996 hasta el 2009.

Sociedad Cubana de Química (1996-2009)

En junio de 1996 se celebró una junta extraordinaria de afiliados de la SCQ con vistas a reactivar, discutir, intercambiar y enriquecer el trabajo de la sociedad el cual había sido casi nulo en esa última década. Dicha reunión se fundamentó en la solicitud escrita por más de 200 químicos cubanos a la Junta Directiva de la SCQ al concluir la XIV Conferencia Internacional de Química de la Universidad de Oriente; y en la misma se celebraron elecciones para elegir a una nueva Junta Directiva con el objetivo de retomar, revitalizar y desarrollar la cooperación entre la comunidad química del país como parte del fortalecimiento de la actividad académica nacional.

La primera y más importante medida organizativa tomada en dicha reunión fue la

actualización del Registro de Afiliados, requisito indispensable para la participación en las actividades de la SCQ y que implica un conjunto de deberes y derechos recogidos en los Estatutos de la organización. Para ello se elaboró, imprimió y circuló a través de los diferentes centros una Solicitud de Inscripción y/o Renovación de membresía de la SCQ, que debido a las limitaciones materiales de la época y la dificultad en las comunicaciones resultaba insuficiente para llegar a todos aquellos interesados, sin embargo, era un primer paso importante para la organización de la sociedad. Daba la falta de recursos y fondos de la SCQ en aquel momento, el Centro de Química Farmacéutica puso a su disposición sus recursos en esta etapa inicial de recuperación y jugó un papel fundamental en la revitalización de la sociedad en este período.

Por otro lado, se tomó como acuerdo lanzar la convocatoria para la realización del III Congreso de la Sociedad Cubana de Química como primer paso en la consolidación de la actividad de la SCQ, propiciando así un marco de discusión entre los químicos cubanos y contribuyendo al desarrollo económico y social del país. Otro de los puntos analizados en dicha reunión fue la posibilidad de modificación de los Estatutos vigentes que ya databan de casi 20 años y que debían ser adecuados al panorama científico de la Isla en aquellos momentos. Sin embargo, esto no fue posible debido al desconocimiento de dichos estatutos por parte de la gran mayoría de sus miembros, las pocas propuestas recibidas con anterioridad a la junta (no siendo representativas del universo químico) y la no discusión previa de los mismos por pequeños grupos para llegar a un consenso.

La candidatura para la Junta Directiva electa en dicha reunión estuvo conformada por 34 personalidades de diferentes ramas de la Química a nivel Nacional avalados por su trayectoria científica y la misma resultó compuesta por:

Cargo	Nombre y Apellidos	Centro de Procedencia
<i>Presidente</i>	Alberto J. Núñez Selles	CQF
Vicepresidente	Rubén Álvarez Brito	FQ/UH
Secretario Ejecutivo	Carlos Peniche Covas	MES
Secretario de Finanzas	Aristides Rosado Pérez	CNIC
Secretario de Actividades Científicas	Irma Castro Granda	CIDEM
Secretario de Afiliación	Rolando Pellón Comdóm	CQF
Secretario de Relaciones Internacionales	Lourdes Zumalacarregui	ISPJAE
Secretario Secciones	Vicente Vérez Bencomo	FQ/UH
Secretario de Proyectos de Desarrollo	Leslie Yañez	FQ/UH
Delegado de Red Latinoamericana	Silvia Prieto	CQF
Delegado Provincias Centrales	José Quincoces	UCLV
Delgado de Provincias Orientales	Lourdes Ballester	UO

Entre las principales metas que se trazó la nueva directiva de la SCQ se encontraban:

- i) rescate de la vida interna de la sociedad;
- ii) incremento de las actividades científicas;
- iii) fortalecimiento de la actividad editorial de la Revista Cubana de Química;
- iv) aumento del trabajo de divulgación de actividades científicas;
- v) atención a la participación de estudiantes en olimpiadas de conocimientos nacionales e internacionales;
- vi) estimulación de los resultados científicos meritorios de profesores e investigadores y
- vii) fortalecimiento de la visibilidad internacional de la SCQ.

En este período se organizó por primera vez una base de datos que permitiese contabilizar la membresía y llevar el registro de pago actualizado de cada uno de los miembros; se creó una cuenta bancaria que permitiese guardar y utilizar los fondos recaudados para el funcionamiento de la SCQ; se fortalecieron y crearon filiales a través del país; se fomentó la creación de varias secciones con intereses específicos (entre ellas la de Enseñanza de la Química y la de Bioquímica y Biología molecular); se logró una mayor divulgación de

las actividades de la sociedad; se instauraron los Premios Nacionales de la Sociedad Cubana de Química; se diseñó e implementó un logo que identificase a la SCQ; se realizaron los primeros intentos de abrir un sitio web de la SCQ entre muchas otras acciones.

Según el criterio de algunos de los miembros de la directiva de aquella etapa, entre los principales logros alcanzados puede mencionarse el incremento en el número de actividades científicas de carácter nacional e internacional. En poco más de una década se celebraron el I y II Taller de Química de los productos naturales; el I Simposio Humboldt de Química; el Simposio Latinoamericano de Polímeros; los Simposios de Carbohidratos; el V Simposio Latinoamericano de Química Ambiental y Sanitaria; del I al III Simposio Internacional de Química de Las Villas; el I Simposio de Química y Ciencias de la Vida; Taller Internacional MANGIFERA 2006 (entre muchos otros). Igualmente, la SCQ organizó cuatro congresos internacionales de Química y ganó la sede pro-témpore de la FLAQ (2006-2008) organizando el XXVII Congreso Latinoamericano de Asociaciones Químicas (CLAQ) en el año 2006.



Figura 3. Logos identificativos de la SCQ. a) Período 1996-2009; b) Logo de los primeros Congresos Internacionales de Química; c) Logo especial utilizado en el 2011 y d) Logo 2012-2018.

Es importante resaltar que la visibilidad nacional e internacional de la SCQ creció mucho en el período de los años 90'. Un papel fundamental en este aspecto lo jugaron los profesores Luis A. Montero, miembro fundador de la SCQ y vicepresidente de la SCQ en aquel entonces y Ernest Eliel, quien fuera presidente de la Sociedad Americana de Química (ACS) en 1992 y a quien se le otorgara la distinción *Dr Honoris Causa* por la Universidad de La Habana en 2004 debido a sus aportes y contribuciones al desarrollo de esta ciencia en Cuba.^{16,17} A partir de este contacto inicial se fomentó la interacción entre ambas sociedades, y la ACS financió la participación de profesores cubanos en diferentes actividades científicas internacionales: *V Congreso de Química de América del Norte* (Cancún, 1997); *218 Meeting de la American Chemical Society* (New Orleans, 1999) y *220 Meeting de la American Chemical Society* (2000). A su vez Ernest Eliel impulsó la participación e intercambio de profesores estadounidenses en los Congresos de Química organizados por la SCQ en los años 1998, 2001 y 2004; así como el acceso de profesionales cubanos al Chemical Abstract.¹⁸ A la par de las relaciones con la ACS, se crearon vínculos con otras sociedades científicas como la Royal Society of Chemistry del Reino Unido (RSC); se inició contacto con sociedades científicas de Australia y Tanzania; se logró la inserción de Cuba en la Unión Internacional de Bioquímica y Biología Molecular (IUMB); se iniciaron y

estrecharon relaciones con la Red Latinoamericana de Asociaciones Químicas (RELACQ); además de que se mantuvieron las ya sólidas relaciones con el resto de las sociedades latinoamericanas de Química.

Luego de 20 años de existencia...

En el 2009 la membresía activa de la SCQ era de aproximadamente 834 miembros distribuidos en diferentes centros docentes, de investigación y/o producción. Desde sus inicios, tuvo como propósito fundamental la unión y comunicación entre químicos, bioquímicos e ingenieros químicos de nuestro país; así como la organización de reuniones científicas y/o eventos que propiciasen el intercambio de experiencias, la superación de sus miembros y la introducción de resultados científicos en la práctica social. En un período de casi 20 años, la sociedad había crecido y madurado, pero había estado bajo la dirección única de dos presidentes y a pesar de los esfuerzos de algunos de sus miembros por modificar los estatutos vigentes, este asunto seguía siendo aplazado. No todos los objetivos propuestos en esta etapa se lograron, pues aún los químicos reclamaban un mayor número de espacios de reunión y discusión; la SCQ carecía de una sede física, los fondos recaudados eran insuficientes para sustentar la vida interna de la sociedad y/o financiar actividades científicas y no existía una persona responsable de coordinar todas las cuestiones organizativas (lo que dificultaba el funcionamiento interno, el adecuado

almacenamiento de la documentación y la recogida de la cotización). Sin embargo, el balance de esta etapa fue positivo y la organización creció y se fortaleció logrando unir a la comunidad de químicos cubanos e comprometer a químicos de otras latitudes con el desarrollo de esta ciencia en Cuba.

REFERENCIAS

1. www seap.cult.cu
2. M. C. Amaro Cano. <https://docplayer.es/17563940-Breve-historia-del-dia-de-la-ciencia-en-cuba.html>
3. P. C. López Durán. En: Memorias del IX Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Género **2012**, Sevilla, España
4. V. R. Navarro Machado, A. D. Espinosa Brito. *MediSur* **2016** 14(4).
5. R. Funes, El despertar del asociacionismo en Cuba (1876-1920). Ed CSIC, 2004
6. J. A. López-Espinosa, *ACIMED* **2007**, 16(6)
7. M. Valero. Catálogo de Instituciones Científicas del Siglo XIX, Ed. Academia, 1994
8. Ley de Asociaciones No 1320, 27 de noviembre de 1976. Gaceta Oficial de Cuba No 4, ISSN 1682-7511.
9. Ley de Asociaciones 54. 27 de noviembre de 1985. Gaceta Oficial de Cuba No 19, ISSN 1682-7511.
10. R. Vega. *Encuentro con la Química* **2018** 4(2), 65-66
11. L. F. Le Roy y Gálvez, A. Estévez Seguí. *Publicaciones de la Sociedad Cubana de Química* **1945** 1(16)
12. L. F. Le Roy y Gálvez. *Publicaciones de la Sociedad Cubana de Química* **1947**, 1-83.
13. F. de la Carrera y Fuentes. *Publicaciones de la Sociedad Cubana de Química* **1950**
14. R. Vega, L. Morejón-Alonso. *Revista Encuentro con la Química* **2018** 4(1), 52-60.
15. J. I. Seeman. Ernest Eliel: 1921-2008 Biographical Memoirs, National Academy of Sciences, Washington, DC, 2014, 1-3.
16. B. Maseda. **2015**. <http://www.juventudtecnica.cu/contenido/quimica-que-hay-eeuu-y-cuba>.
17. R. Vega. *Encuentro con la Química* **2017** 3(1), 43-45

Dunia Rodríguez Heredia

**Facultad de Ingeniería Química y Agronomía
Universidad de Oriente**

duniarh@uo.edu.cu



Desde 1901 hasta 2018 han recibido el Premio Nobel de Química un total de 180 científicos, de los cuales 5 han sido mujeres.

El año 1911 marcó un hecho trascendental en la Historia de los Premios Nobel de Química, pues ese año se consigue el primer Nobel en esta ciencia por una mujer: Marie Sklodowska Curie, la científica polaca que descubrió el radio y el polonio. Con probabilidad, ella sirvió de inspiración para las féminas que le siguieron, y que vieron sus sueños alcanzables. Después de Marie Curie, en 1935 lo recibió su hija Irène Joliot-Curie, junto a su esposo; en 1964 Dorothy Crowfoot lo recibió en solitario; en 2009, la israelita Ade E. Yonath lo recibió junto a otros dos científicos y en el 2018 la estadounidense Frances Hamilton Arnold recibió este galardón en compañía de un químico estadounidense y un biólogo británico.

Como se aprecia, de 180 laureados, solo 5 mujeres, es evidencia de la difícil situación social que han tenido las mujeres a lo largo de la historia de la humanidad, y también en el campo científico. Precisamente, la razón para elegir como tema central de este trabajo la concesión de los Premios Nobel de Química a las mujeres es para evaluar el acceso de las mismas a la investigación científica y al reconocimiento internacional, aspectos estos que no están necesariamente ligados porque muchas mujeres que han dedicado la vida a las ciencias químicas no han sido reconocidas. Vale mencionar en este sentido a científicas como Lise Meitner y

Rosalind Elsie Franklin, cuyas ideas y aportes fueron apagados por sus colegas hombres. En el caso de Lise, su compañero al recibir el Nobel mostró agradecimiento infinito, mencionándola hasta diez veces en su discurso. Rosalind no corrió la misma suerte, apenas fue mencionada y reconocida. Ambas científicas fueron un pilar importante en el reconocimiento de sus colegas.

Lo anterior es una muestra de que, una vez más, la mujer ha tenido que enfrentarse a disímiles obstáculos para hacer brillar su capacidad, su genio, su entrega, su pasión por las ciencias químicas. Este trabajo pretende profundizar en la historia de vida y de ciencia de las mujeres que han puesto en el punto más alto el nombre de la Química.

Las mujeres Premios Nobel de Química: generalidades

Como se ha mencionado anteriormente, la representación femenina en el universo de los Premios Nobel de Química es ínfima, solo el 2,77% de los galardonados son mujeres, valiosas y valientes, eso sí, porque supieron sobreponerse a su tiempo y demostrar que se puede llegar a obtener el más alto galardón científico desde 1901 hasta la actualidad, el Premio Nobel.



Marie Curie

Irene Joliot Curie

Frances Hamilton Arnold



Dorothy Crowfoot

Ada E. Yonath



En la tabla 1 se resumen algunos datos de las mujeres que han recibido el Premio Nobel de Química.

A continuación, se presenta el quehacer de cada una de estas féminas en el campo de la Química y cómo llegaron a obtener el Premio Nobel.

Tabla 1. Mujeres que han obtenido el Premio Nobel de Química

Nombre	País	Año	¿Por qué obtuvo el Premio Nobel?	Edad al recibir el Premio
Marie Curie (1867-1934)	Polonia, Francia	1911	Por su descubrimiento del polonio y el radio	44 años
Irène Joliot-Curie (1897-1956)	Francia	1935	Por su descubrimiento de la radiactividad artificial, por su síntesis de nuevos elementos radiactivos	38 años
Dorothy Crowfoot Hodgkin (1910-1994)	Reino Unido	1964	Por sus determinaciones por técnicas de rayos X de las estructuras de muchas sustancias bioquímicas	54 años
Ada E. Yonath (1939)	Israel	2009	Por el estudio de la estructura y función de los ribosomas	70 años
Frances Hamilton Arnold (1956)	Estados Unidos	2018	Por los avances en el desarrollo de proteínas a partir del aprovechamiento del poder de la evolución, "por la evolución dirigida de las enzimas".	62 años

Marie Curie

El siglo XX constituyó, sin dudas, la confirmación de las mujeres en el mundo de la investigación. Con Marie Curie se iniciaba el protagonismo de las féminas en el universo de los Premios Nobel. Esta notable científica representa el motor impulsor no solo de su familia, sino de las mujeres que hasta nuestros días han logrado alcanzar uno de estos premios en cualquiera de sus categorías.

Marie Sklodowska nació en Varsovia, capital de Polonia el 7 de noviembre de 1867. Su niñez estuvo marcada tanto por acontecimientos de orden político como familiares, la muerte de su hermana mayor y de su madre cuando ella solo tenía 10 años. Debido a los problemas económicos que enfrentaba la familia por entonces, tuvo que emplearse como institutriz, dejando la casa paterna.^{1,2}

Como en Polonia estaba prohibido a las mujeres el estudiar en la Universidad, en 1891, con 23 años, viajó a París para estudiar en la Facultad de Ciencias de la Sorbona, ahí conoció al que sería posteriormente su esposo, Pierre Curie, con quien se casó el 26 de Julio de 1895 (un año después de conocerse) y de cuyo matrimonio nacieron dos hijas: Irene, en 1897 y Eve en 1904, esta última se haría escritora y redactaría posteriormente la biografía de su madre. Este nuevo estado dejó atrás a la Marie de vida solitaria, pues ella y Pierre no solo eran pareja en la vida, sino en las ciencias, por lo que pasaban casi todo el tiempo juntos (Figura 1).

En la Sorbona se licenció dos veces: en Ciencias en 1893 y en Matemática en 1894, pero su pasión por la ciencia fue tal que decidió doctorarse,²⁻⁴ no encontrando mejor tema que el de estudiar el fenómeno descubierto por Henri Becquerel sobre la propiedad del uranio y sus compuestos de emitir radiaciones, imprimir placas fotográficas y atravesar papel y metales.⁵ Los rayos de Becquerel comenzaron a intrigar a la pareja: ¿de dónde procedía la energía mínima que desprenden de forma continua los compuestos de uranio? ¿cuál era la naturaleza de dichas radiaciones? Así pues, decidieron que este sería el tema doctoral de Marie.



Figura 1. El matrimonio Curie, juntos en la vida a) y en las ciencias b) y c).

Marie desarrolló su tesis sobre el descubrimiento de otras sustancias capaces de emitir rayos becquerel, incluyendo en su análisis a la pechblenda con alta concentración de uranio. Demostró que la pechblenda presentaba una actividad cuatro veces superior a la del uranio y dedujo que en este material debían de encontrarse otras sustancias radioactivas diferentes y de mayor actividad que el uranio.^{4,5} Pacientemente comienza a trabajar junto a su esposo para separar todos los componentes de la pechblenda por métodos ordinarios de análisis. Ella se dedicó a los análisis químicos y su esposo a los físicos. Por eliminaciones sucesivas restringen el campo de investigación hasta que finalmente consiguen distinguir dos fracciones químicas diferentes, lo que les lleva a pensar que,

en lugar de una sustancia, hay dos. Y no se equivocaron...A la primera sustancia purificada, a mediados de 1898, le denominaron polonio, en alusión al país de origen de Marie. A fines del propio año, después de exhaustivos métodos de purificación y cristalización, Marie logra aislar otra sustancia con una actividad 1 millón de veces superior a la del uranio, a la que denomina radio (del latín *radius*: rayo). Cuando los esposos anuncian la presencia del segundo elemento, aparece por primera vez el término “radiactiva”. Fue Marie quien utilizó dicho nombre al inspirarse en los rayos de Becquerel, el término describía a los elementos que emiten radiaciones cuando se descomponen sus núcleos.^{4,6} A la propiedad de algunas sustancias de ser radiactivas se denominó “radiactividad”.

Marie arriba a los siguientes resultados: las radiaciones emitidas por el radio podían medirse por la corriente eléctrica que este generaba; constituían una propiedad atómica del elemento independientemente de su estado físico; la intensidad de la radiación era proporcional a la cantidad contenida en la muestra. Acuña la palabra radioactividad.⁵

El descubrimiento de los dos nuevos elementos permitió explicar los fenómenos físicos desde otra óptica, algo que ya se venía intuyendo y que tenía que ver con la estructura atómica de los cuerpos. Sin embargo, los químicos eran más categóricos, no se conformaban con que se anunciara la existencia de dos nuevos cuerpos, sino que había que verlos, analizarlos y determinar su “peso atómico”. En conclusión, si no hay peso atómico, no hay nuevo elemento. Los esposos Curie debían demostrar la existencia de esos nuevos elementos que anunciaban.⁴

El radio mostró ser un elemento extremadamente difícil de obtener. Durante los cuatro años siguientes al descubrimiento del polonio y el radio, el matrimonio, trabajando en condiciones muy precarias, trató una tonelada de pechblenda, de la que aislaron una fracción de radio de un decigramo.⁶ Ya Marie podía probar la existencia del radio, entonces hace una primera determinación del peso atómico de la nueva sustancia, que es de 225, por lo que a los químicos no les queda otra alternativa que admitir los hechos y declarar oficialmente que “el radio existe”.⁴ El 25 de junio de 1903 Marie publicó su tesis doctoral, titulada “Investigaciones sobre las sustancias radiactivas”. Defendió su tesis ante un tribunal presidido por el físico Gabriel Lippmann. Obtuvo el doctorado en Ciencias Físicas de la Universidad de París recibiendo mención *Cum Laude* (con honores).^{5,6}

Tras la obtención del radio, Pierre planteó a Marie la posibilidad de patentar la técnica de aislamiento del mismo, pero ella, dejando ver su lado humanitario, generoso y sensible le comunicó que la ciencia era para todos, que si se

querían lograr avances, el conocimiento debía estar al alcance de la mano. Por lo que acordó con Pierre no patentar su método de aislamiento del radio porque pensaron que así facilitaban que la ciencia avanzase sin ninguna restricción.⁷

El fenómeno de la radiactividad fue tomando adeptos en la comunidad científica. Los científicos sabían que este había sido uno de los descubrimientos más importantes de la época: la radiactividad de la materia, por lo que se debatían entre la pregunta de a quién o quiénes correspondía el Premio Nobel de Física de 1903. En este debate pocas veces se oía mencionar el nombre de Marie, pero finalmente, en noviembre de 1903 los esposos Curie, junto a Henri Becquerel son acreedores del Premio Nobel de Física.

Su esposo jugó un papel importante en este nombramiento pues reconoció públicamente que el trabajo de Marie había sido tan importante como el suyo, envió su tesis doctoral a Suecia y puso en claro que Marie había determinado el peso atómico del radio, destacando así el protagonismo de la fémina en los estudios sobre la radiactividad.

Luego de ese reconocimiento universal, sobrevino una tragedia sobre la vida de Marie, pues en 1906 su esposo fue atropellado y moría instantáneamente, iba a cumplir 40 años.^{4,8,9} Así, con solo 38 años Marie quedó viuda, con dos hijas y el padre de Pierre, quien falleció cuatro años más tarde, en 1910. Esto representó un duro golpe para la científica, pero no el final de su trabajo ni de su reconocimiento. En este momento su hija Irène, que solo contaba con 9 años fue uno de los principales pilares en la vida de su madre. Juntas lloraron a Pierre, y juntas afrontarían todos los sucesos que sacudieron sus vidas. Irène no fue ajena a los trabajos científicos de su madre.⁸

El Premio Nobel de Química llegó 8 años más tarde. Marie había demostrado la existencia del radio, pero el radio obtenido no era puro, era cloruro de radio, por lo que le quedaba un largo camino por transitar. Entonces, junto a André Debierne (un antiguo estudiante de Pierre, que

colaboró con Marie tras la muerte de su esposo, convirtiéndose en su principal ayudante desde los inicios) comenzaron a idear la forma de obtener una muestra de radio puro. Fue en 1910 cuando Marie Curie y André Debierne lograron obtener radio metálico mediante un proceso electrolítico. El polonio, eso sí, continuaba irreductible, como confesaban Curie y Debierne en un artículo publicado también en 1910.³

El año siguiente a la obtención de radio metálico, esto es, en 1911, Marie Curie obtenía un nuevo Premio Nobel, el de Química, corría el mes de diciembre. Según el anuncio oficial, esos méritos fueron: “*en reconocimiento a sus servicios al avance de la química con el descubrimiento de los elementos radio y polonio, el aislamiento del radio y el estudio de la naturaleza y compuestos de este extraordinario elemento*”.^{3,5} De esta forma, constituyendo un hecho sin precedentes, Marie se convirtió en la primera persona en obtener dos veces el Premio Nobel y en la primera mujer galardonada. La radiactividad, descubierta por los Curie, había demostrado ser una ciencia perteneciente a los físicos y a los químicos.

La mayoría de los países europeos comenzaron a crear Institutos del Radio. En 1913, Marie aceptó la dirección del Instituto del Radio de Varsovia. Se construyó en París, en el famoso Instituto Pasteur, el Pabellón Curie, para el uso exclusivo de Marie Curie, destinado íntegramente al estudio de la física y química de la radioactividad.^{4,5}

Marie Curie, junto a su esposo, con el descubrimiento de la radiactividad, abrieron las puertas al mundo subatómico, un mundo, hasta ese entonces, ignoto.

Con el pasar de los años la salud de Marie fue empeorando, pero ella no parecía verlo y seguía exigiéndose el máximo a diario. Incluso, durante la Primera Guerra Mundial, junto a su hija Irène, organizaron equipos de rayos X portátiles para que los médicos pudieran atender con más precisión a los soldados heridos y determinar la ubicación de las balas, esto facilitaba el acto quirúrgico.^{9,10} Lograron formar 200 unidades

estacionarias y 20 autos equipados con las máquinas correspondientes, que fueron conocidos como los "*Petit Curie*". Aun así, llegó el día en que los años de manipulación con el radio, las múltiples emanaciones y los 4 años de la guerra con permanente contacto con los rayos X cobraron su cuenta. En mayo de 1934, no pudiendo ignorar más los mareos, la fatiga y la fiebre, cayó en cama y no pudo levantarse, los médicos le diagnosticaron una leucemia con anemia perniciosa.⁹

Marie murió a la edad de 66 años, el 4 de julio de 1934; cargaba sobre sí una vida llena de trabajo, de agotamiento físico, de dedicación a sus hijas y esposo, de exposiciones a las radiaciones..., y de investigación científica, ante todo. Moría así una excepcional mujer, madre, científica, un ejemplo de humildad, sencillez y tenacidad; moría legándonos no solo el descubrimiento del fenómeno de la radiactividad, sino el paradigma de lo que se define como mujer científica, de lo que debemos ser y hacer todas por y para la ciencia. Su pasión por la ciencia despertará siempre en nosotras una eterna admiración.

Irène Joliot-Curie

Irène fue la primera hija del matrimonio de Marie y Pierre Curie. Nacida en Francia el 12 de septiembre de 1897, representó el inicio de la vida familiar del matrimonio. Con su nacimiento disminuyó la relación social y las diversiones de sus padres, pero aun así, se lo pasaban muy bien juntos.^{1,4} Ya que sus padres investigaban el fenómeno de la radiactividad, Irène creció oyendo hablar del término. Su infancia y adolescencia transcurrieron viendo la vida de sus padres llevada por las manos por el fenómeno que cada día se iba haciendo más tangible.

Con la muerte de su padre, en 1906, Irène pasó a ser la ayudante principal de su madre y nunca se mostró ajena a las investigaciones de Marie.

Irène comenzó su carrera de Física ayudando a su madre en el Instituto del Radio (Figura 2a),

con tan solo 17 años. Desde 1918 trabajó ininterrumpidamente en ese lugar. En 1920 comenzó sus estudios en la Universidad de París graduándose en Física y Matemática como su madre. Realizó su tesis doctoral dedicada al estudio de la radiactividad del polonio. Frédéric Joliot, un discípulo de Paul Langevin, formaría parte del equipo de ayudantes del Instituto del

Radio, allí conoce a Irène con quien se casa en 1926.^{4,8,11}

Frédéric realizó su tesis doctoral bajo la supervisión de Irène, y por expreso deseo de él ambos adoptaron el apellido Joliot-Curie.¹¹ De esta forma comenzaría una colaboración científico-matrimonial tan fructífera como la que tuvieron Marie y Pierre (Figura 2b).



Figura 2. Irène Joliot-Curie en el Instituto del Radio de París, junto a su madre a) y junto a Frédéric b).

La tesis de Frédéric se llevó a cabo en uno de los laboratorios pioneros para el estudio del núcleo atómico. El matrimonio llevó adelante sus investigaciones sobre la radiactividad, siguiendo los pasos de Marie y Pierre, ya con el terreno más desbrozado.

Juntos realizaron los experimentos que ponían de manifiesto el proceso de rotura de un núcleo pesado que Lise Meitner bautizaría poco después como “*fisión nuclear*”, pero ellos no supieron interpretarlos correctamente. También fueron los primeros en producir las partículas que serían bautizadas como “*neutrones*”, pero creyeron erróneamente que se trataba de protones lentos.¹¹

A principios de 1932, Irène y Frédéric, probando la radiación de berilio en parafina hidrogenada, obtuvieron la separación de los núcleos de hidrógeno de la parafina. James Chadwick, que por entonces trabajaba en el laboratorio de Rutherford, en cuanto tuvo conocimiento de estos experimentos, los repitió ese mismo año y llegó a la conclusión de que la radiación de berilio no consistía en rayos

gamma, sino en partículas, vio que se explicaban mucho mejor por la existencia de la partícula sin carga predicha por su maestro años antes. Se apresuró a repetirlos y confirmó la existencia del neutrón.^{4,11}

Fue su tercer gran descubrimiento el que les dio la fama a Irène y Frédéric: el de la radiactividad artificial, por el cual les concedieron el premio Nobel de Química en 1935,^{11,12} el mismo año que a Chadwick le concedían el de Física por el descubrimiento del neutrón. Marie no pudo saber de la concesión de este premio a su hija, pues murió poco antes de que se lo comunicaran, pero supo de la relevancia del descubrimiento en cuanto tuvo conocimiento del mismo y comprobó que una muestra de aluminio, elemento no radiactivo de forma natural, se había vuelto radiactivo tras haber sido sometido a bombardeo con partículas alfa,¹¹ por lo que compartió los progresos científicos de su hija y esposo en el descubrimiento de la radiactividad artificial.¹⁰

En palabras de Frédéric Joliot⁴: “*Marie Curie seguía el progreso de nuevas investigaciones, y*

nunca olvidaré la expresión de pura alegría que se produjo en ella cuando Irène y yo le enseñamos el pequeño tubo de cristal que contenía el primer radioelemento artificial. Puedo verla todavía, sosteniendo en su mano, quemada por el radio, aquel tubo con un radioelemento aún activo. Quería comprobar lo que le estábamos diciendo, y fue al contador Geiger-Müller, en donde escuchó los clicks del contador de radiación”.

Luego de la Segunda Guerra Mundial se creó en Francia la Comisión de Energía Atómica, lo que situaba al país como una potencia nuclear. El descubrimiento del neutrón constituía una puerta abierta a la incursión tecnológica con un fuerte impacto debido a su gran poder energético, se trataba de la fisión nuclear que llevaría, entre otras cosas, a la bomba atómica. Conscientes de la potencia letal de sus investigaciones, Irène y Frédéric expusieron su filosofía “*La ciencia francesa no quiere tener nada que ver con la investigación atómica si no es para la paz*”.¹³

La última gran alegría de Marie fue conocer los resultados del experimento que Frédéric e Irène habían hecho de forma conjunta y que puso de manifiesto la radiactividad artificial, por el cual ganarían el premio Nobel de Química en 1935, cinco meses después de la muerte de Marie.⁸

En 1934 Marie Curie moría de leucemia a los 66 años. Un año más tarde, su hija Irène, recibió, junto con su marido, el también físico Frederic Joliot, el Premio Nobel de Química por sus investigaciones sobre la producción artificial de elementos radiactivos.¹⁴ En 1938, su investigación sobre la acción de los neutrones sobre los elementos pesados fue un paso importante en el descubrimiento de la fisión del uranio.

El declive de la salud de Irène fue aún más rápido que el de su madre, muriendo de leucemia el 17 de marzo de 1956, con sólo 57 años, como consecuencia de su larga exposición a las radiaciones ionizantes. Así dejaba la vida esta científica brillante, madre de dos hijos, fiel seguidora de su madre, creadora, al igual que

ella, de centros para la investigación, defensora de los derechos de las mujeres, y que, al igual que su madre, supo adentrarse en el mundo de la química subatómica.

Dorothy Crowfoot Hodgkin

Dorothy Crowfoot Hodgkin nació en El Cairo, Egipto, cuando Egipto era una colonia británica, el 12 de mayo de 1910,^{13,15,16} fue la tercera mujer en obtener el Premio Nobel de Química, y la segunda en obtenerlo en solitario. Ha sido la única mujer inglesa que ha recibido este galardón y le fue otorgado por su determinación de la estructura de la vitamina B12 por rayos X.

Dorothy es considerada la iniciadora de la cristalografía de proteínas¹⁶ y la primera en emplear las computadoras para resolver problemas bioquímicos.¹⁷

Desde pequeña su vida familiar era considerada nómada. Precisamente su nacimiento en Egipto se debía a que su padre era un funcionario del Imperio Británico que tenía la tarea de organizar la educación pública en ese país. Su madre, aprovechando las estancias de la familia por el África, se dedicó a catalogar las plantas de los países africanos en los que vivió.¹¹ Todo ello afianzó en Dorothy el amor por África, su deseo de ayudar a los desfavorecidos y su pasión por la naturaleza.

La vida científica de Dorothy comenzó cuando, a los 10 años, ya en el Reino Unido, vio los cristales azules de sulfato de cobre^{7,18} en un intento de sus profesores de la Rectoría de Beccles en Suffolk por enseñar la ciencia de una manera diferente, basando sus clases en la práctica. Dorothy quedó fascinada al ver esos cristales y ella misma escribió más tarde: “*desde entonces la química y los cristales me cautivaron para siempre*”.¹⁸ A los 16 años leyó el libro “*The nature of the things*”, escrito por William Henry Bragg, Premio Nobel de Física en 1915, obra en la que el científico explicaba una novedosa técnica experimental, la cristalografía de rayos X, que permitía “ver” la estructura

tridimensional de una molécula y los átomos que la componen.^{19,20} De Dorothy se dice, entonces, que representa la precocidad en la vocación científica.

Deslumbrada ante las prometedoras posibilidades de la cristalografía, Dorothy Crowfoot confesó en una entrevista: “*Fui capturada para toda mi vida por la química y por los cristales*”. Ciertamente, cuando en 1928 acabó su bachillerato, decidió matricularse en la universidad para estudiar ciencias químicas.

A los 18 años, en 1928, Dorothy fue aceptada en el programa de química, en el College para mujeres de Somerville, en Oxford,^{18,19} presentándose con una madurez y experiencia muy superior a las de las jóvenes de su edad gracias tanto a las expediciones organizadas por su padre en las que ella participaba, como a su fascinación por la química, alimentada también por su madre, que vio en Dorothy el futuro que ella misma no pudo tener. Ninguna mujer de su familia había ido antes a la universidad.

Desafortunadamente, las posibilidades para las mujeres en Oxford en aquel tiempo no eran muchas, algunos de los profesores ignoraban su presencia en clases y otros, incluso, las echaban del aula. A ellas no se les permitía participar en los debates organizados por la universidad, ni entrar al restaurante, salvo que tuvieran una autorización del decano o fueran acompañadas de algún compañero. Para colmo, el prestigioso Club de Químicos, Alembic, no aceptaba mujeres como miembro. Pero la suerte corrió a favor de Dorothy, unido a su fascinación por estudiar química, se sumó el hecho que una tía soltera se ofreció a financiar los gastos de sus estudios en la Universidad,^{11,18,19} y salvando todos los obstáculos, consiguió cursar sus estudios universitarios desde 1928 hasta 1932.

En la Universidad Dorothy recibió clases de prestigiosos científicos que habían sido Premios Nobel, como Robert Robinson, Ernest Rutherford, Niels Bohr y otros, pero fue la conferencia del joven cristalógrafo de la Universidad de Cambridge, John Desmond Bernal la que más le impactó, decidiendo hacer

con él su tesis doctoral.^{19,20} Durante su estancia en el grupo de Bernal, en Cambridge, Dorothy Crowfoot aprendió que no hay fronteras entre las ciencias, que se puede realizar una investigación entre la química, la bioquímica, la física, y la cristalografía, pero también descubrió las dificultades prácticas que encerraba esta última. A lo largo de la elaboración de su tesis, tomó docenas de fotos de cada cristal que quería analizar. Estimó a ojo la intensidad y distribución de miles de puntos luminosos en placas fotográficas y realizó largos y tediosos cálculos matemáticos que, en un mundo que aún no había inventado las computadoras, llevaban meses e incluso años.¹⁹

Los estudios de Bernal sobre la estructura atómica por cristalografía de rayos X de los esteroides (que incluyen las hormonas sexuales, el colesterol y la vitamina D) demostraron por primera vez la capacidad de esta técnica en la determinación de la posición exacta de los átomos de las moléculas. Dorothy se puso a trabajar en el mismo tema: los esteroides.

Uno de los trabajos publicados en el laboratorio de Bernal en 1934 fue la primera exposición a rayos X de un cristal de proteína. Dorothy y Bernal se dieron cuenta de que los cristales de proteínas necesitaban estar en una atmósfera húmeda, más bien estar mantenidos en su líquido madre, de esta forma originaban excelentes patrones de difracción.^{22,25} Si los cristales se secaban, se degradaban y la difracción de los rayos X y la información sobre su estructura interna se desvanecían. La mayoría de los cristalógrafos de rayos X coinciden en que este momento marcó el principio de la cristalografía de las proteínas.¹⁸

En el verano de 1934 el grupo de investigación de Bernal tomó la primera fotografía de una proteína: la pepsina. En esa ocasión tan importante para la cristalografía, Crowfoot estuvo ausente por razones de salud. Un año después obtuvo el patrón de difracción para un cristal de insulina, sustancia que fue su gran reto y pasión: determinar su estructura por completo le llevó más de 30 años.

Dorothy concluyó finalmente su tesis doctoral sobre la química y la cristalografía de unos cincuenta esteroides, y obtuvo el título de doctor en el verano de 1936. Con ello no terminaría su producción científica, más bien continuaba la vida unida a su laboratorio, ligado a ella, incluso, hasta en su vejez (ver Figura 3). A principios de

1938, el principal tema de investigación en el laboratorio de Dorothy era casi exclusivamente el estudio estructural de las proteínas, además de la insulina y la lactoglobulina, aunque también trabajó con cristales de enzimas digestivas como la lisozima.¹⁸

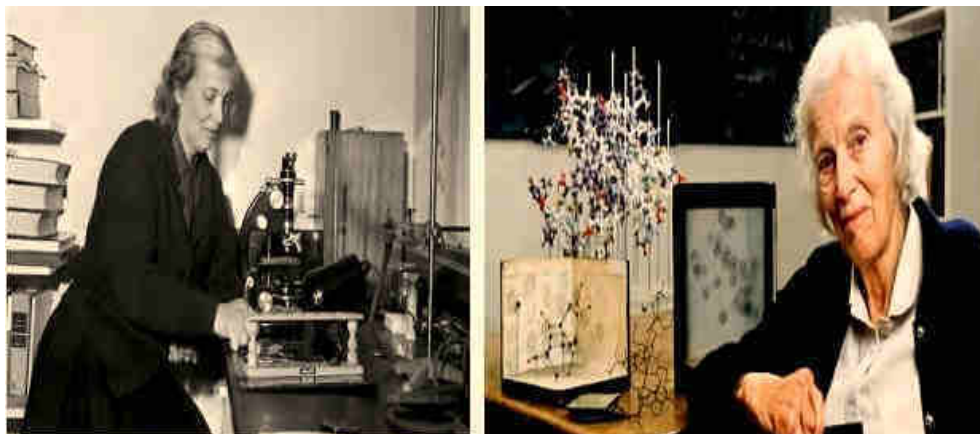


Figura 3. Fotos de Dorothy Crowfoot Hodgkin durante su larga vida unida al laboratorio de química.

En mayo de 1945 concluyó el proyecto, iniciado años atrás, sobre la determinación de la estructura tridimensional de la penicilina a través de sus derivados y productos de degradación. Aunque la publicación no se hizo hasta 1949, muchas compañías farmacéuticas pudieron sintetizar, durante la posguerra, derivados de este antibiótico con propiedades especiales.¹⁸ En este proyecto se implementó el uso de tarjetas perforadas para los cálculos en tres dimensiones. La contribución de Crowfoot fue determinante para la síntesis de este antibiótico.

El nuevo reto para Dorothy era dilucidar la estructura de una molécula mucho más compleja que la penicilina y el colesterol, la vitamina B12. Era la mayor molécula que nadie se había planteado resolver por cristalografía de rayos X. Durante un período de seis años reunió información acerca de los patrones de difracción de los cristales de la vitamina B12 y sus análogos. La complejidad del procesamiento de los datos hizo necesario el uso simultáneo de tres computadoras: dos en Inglaterra (Manchester y Teddington) y otra en Estados Unidos (Los Ángeles). En 1956 Hodgkin completó la estructura de esta vitamina, resultados que

habrían de ser de gran beneficio en el campo de la medicina.¹⁵

En 1964 supo que había sido distinguida como ganadora única del Premio Nobel en Química por “sus determinaciones de las estructuras de importantes sustancias bioquímicas mediante la técnica de rayos X”. Un año después, se convirtió en la segunda mujer en recibir la Orden al Mérito del gobierno británico.¹⁵

Su productividad no menguó una vez que ganó el Nobel; en 1969 determinó por completo la estructura de la insulina. Durante los años posteriores a 1970 ocupó varios cargos administrativos.

Aunque recibió el premio Nobel de Química por la descripción de la estructura de la vitamina B12, fue su largo camino hasta describir la estructura de la insulina, 35 años dedicados a mejorar la técnica de difracción de rayos X, lo que le reportó la mayor satisfacción. De hecho, es la responsable de haber transformado la cristalografía en una herramienta científica indispensable.²² Dorothy tomó parte muy activa en la fundación de la Unión Internacional de Cristalografía. Su investigación se extendió

durante casi 60 años con una marcada influencia en cristalografía, química y bioquímica.

Dorothy Crowfoot Hodgkin tuvo una larga vida, murió el 29 de julio de 1994 en Warwickshire, Inglaterra, a los 84 años de edad.¹⁵ Se había casado con Thomas Hodgkin y había tenido tres hijos (Luke, Prudence Elizabeth y Toby), por lo que su vida fue un andar constante entre la investigación química y el cuidado de su familia.

Había padecido con solo 28 años de artritis reumatoide, pero, al igual que Marie e Irene, Dorothy demostró que se podía ser mujer científica, se antepuso a su tiempo, nos legó su humanismo, su sencillez, su espíritu científico. Jugó un papel protagónico en la extensión de la cristalografía a las ciencias de la vida, por lo que fue revolucionaria.

Promovió el papel de las mujeres en las ciencias; por ello su ejemplo debe ser seguido por todas las químicas, bioquímicas, cristalógrafas, mujeres científicas de estos tiempos. ¡Nuestra admiración a tan excepcional científica!

Ada E. Yonath

Israel ha visto nacer a varios Premios Nobel de Química. Hasta la fecha, un total de 4 israelíes han obtenido este galardón, dentro de ellos destaca la única mujer de esa nación que ha sido laureada con tan alta distinción, Ada E. Yonath, la cuarta Premio Nobel de Química de la historia de estos galardones.

Ada E. Yonath nació en el barrio de Geula, en Jerusalén, un 22 de junio de 1939. Sus padres, Hillel y Esther, eran inmigrantes polacos. Su acusada pobreza y el hecho de quedarse huérfana muy joven le proporcionaron una infancia dura, se vio en la necesidad de ayudar en la manutención familiar, aunque su talento le facilitó una muy buena educación que terminó con un graduado en Licenciatura en Química en 1962 por la Universidad Hebrea de Jerusalén, una maestría en Bioquímica en 1964 y finalmente en 1968 el doctorado en cristalografía de rayos X por el Instituto Weizmann de Ciencias, en Rehovot, Israel^{23,24} (ver Figura 4).



Figura 4. Fotos de Ada E. Yonath en el Instituto Weizmann de Ciencias.

Al terminar su doctorado, Yonath se centró en su investigación postdoctoral en el Instituto “Carnegie Mellon” en Pittsburg y en el Massachusetts Instituto de Tecnología (MIT) de los Estados Unidos.^{23,24,25} Esta estancia solo duró dos años, al cabo de los cuales volvió a Israel.

En el MIT contactó con el que sería premio Nobel de Química, William N. Lipscomb, lo cual la hizo interesarse por la estructura de grandes complejos moleculares. Así, al regresar en 1970 al Instituto Weizmann, estableció el primer

laboratorio de cristalografía de proteínas en el país^{23,25} y allí comenzó su larga andadura hacia la obtención de la estructura a nivel atómico del ribosoma, ante las críticas de parte de la comunidad científica que lo veían como un proyecto imposible, al ser complejos demasiado grandes e inestables.²³ No estaba claro si sería posible conseguir cristales tridimensionales que difractaran a alta resolución, al tratarse de un ensamblaje macromolecular de gran tamaño y sin simetría, este escollo fue salvado por el

laboratorio de Yonath durante la década de los 80.²⁶

El proyecto pudo salir adelante gracias al apoyo económico y académico del profesor Wittmann del Instituto Max Planck de Genética Molecular en Berlín, con quien colaboró y compartió liderazgo durante cinco años.²³

El trabajo que la Dra. Ada Yonath inició hacia el año 1980, empleando las técnicas de difracción de rayos X, fue crucial para conseguir cristales de ribosomas bacterianos con la calidad necesaria para que se obtuvieran buenos datos, revelando el lugar que los átomos ocupaban en la estructura.²⁵ Para conseguir cristales estables, desarrolló la técnica de la criocrystalización. Esto fue un paso de gigante en todo el campo de la biología estructural, que se sigue aplicando en la actualidad.²³ En 1980, Yonath, Wittmann y colaboradores publicaron los primeros cristales de la subunidad grande (50S) del ribosoma de *Bacillus stearothermophilus*. Cinco años más tarde de nuevo Yonath y Wittmann, después de numerosos intentos para mejorar la calidad y la estabilidad, obtuvieron cristales de la subunidad ribosomal 50S de *Haloarcula marismortui*, un microorganismo originario de los ambientes salinos extremos del Mar Muerto. Variantes de estos cristales fueron los que finalmente proporcionaron la estructura a resolución atómica presentada en agosto del 2000 por el grupo de Steitz.²⁷

En la década de los noventa se sumaron varios investigadores a la carrera por obtener una resolución atómica del ribosoma, dos de ellos también galardonados en 2009 con el premio Nobel de Química: Thomas Steitz y Venkatraman Ramakrishnan. Entre 1999 y 2001 se publicaron las estructuras tridimensionales completas de ambas subunidades del ribosoma procariota.²³

En el año 2009, el Premio Nobel de Química fue concedido a Ada E. Yonath junto a los investigadores Venkatraman Ramakrishnan y Thomas A. Steitz. Según palabras del Comité Nobel: “*Los galardonados de este año con el Premio Nobel de Química descubrieron un*

“proceso clave” de la vida: la “traducción” de la información genética en todo organismo vivo”.²⁵ Estos científicos recibieron el Premio Nobel por sus estudios sobre la estructura y función del ribosoma. Ada se convertía, así, en la cuarta mujer que ha obtenido este galardón.

Por separado, este trío consiguió delinear “átomo por átomo” la estructura tridimensional de los ribosomas, orgánulos celulares encargados de traducir a proteínas el mensaje genético portado por la molécula de ARN mensajero, que a su vez procede de la molécula de ADN. Los ribosomas son los orgánulos asociados con la síntesis de las miles de proteínas del organismo.^{25,28} Precisamente son llamados “la maquinaria celular para la síntesis de proteínas”.

La investigación por la que fueron galardonados se centra en el estudio de la estructura y función del ribosoma. Los tres investigadores utilizaron la cristalografía de rayos X para trazar mapas de la posición de cada uno de los cientos de miles de átomos que constituyen el ribosoma.²⁵ El conocer exactamente la estructura de estos orgánulos no solo supone un adelanto en las ciencias de la vida, sino permite comprender el efecto de una serie de antibióticos que ejercen su acción bloqueando la síntesis de las proteínas bacterianas por bloqueo de las funciones de sus ribosomas, ello permite crear nuevos y más eficaces antibióticos.

Aproximadamente la mitad de los antibióticos empleados hoy día en el tratamiento de infecciones bacterianas tienen como diana el ribosoma. Sin embargo, la resistencia a la mayoría de ellos está adquiriendo proporciones preocupantes. Por esta razón, las estructuras atómicas del complejo entre el ribosoma y los distintos antibióticos constituyen una excelente base para el diseño racional de nuevos antibióticos. Más de una docena de antibióticos han sido cristalizados en complejo con el ribosoma y, en general, puede decirse que tienen como diana los puntos esenciales en donde se

realizan las diversas actividades individuales que constituyen la traducción.²⁶

Las pleuromutilinas y los macrólidos constituyen un grupo de antibióticos de amplio uso en la actualidad. Las estructuras de sus complejos con la subunidad 50S de ribosomas de bacterias han sido cristalizadas en el laboratorio de Yonath.²⁶

Ada Yonath ha obtenido numerosos premios, destacándose los siguientes²⁴:

- ✓ Premios L'Oreal-UNESCO a Mujeres en Ciencia (2008).
- ✓ Premio Mundial de Ciencias “Albert Einstein” del Consejo Cultural Mundial (2008).
- ✓ Premio Nobel de Química (2009).

Pertenece a más de 10 Sociedades científicas de carácter internacional. Actualmente es Directora del Centro de Estructura Biomolecular Helen y Milton A. Kimmelman del Instituto Weizmann en Rehovot, Israel.^{24,25}

Como la misma Yonath defiende su motivación siempre fue la de conocer el funcionamiento de un proceso biológico esencial y así continúa, ahora con especial interés en averiguar cómo fueron los ancestros evolutivos del ribosoma.²³

Ada tiene una hija (galena del Centro Médico Sheba) y una nieta, por lo que, tanto como Marie, Irene y Dorothy, su vida no solo ha estado dedicada a la investigación química. Su andar por este mundo también ha estado marcado por un debate constante entre el laboratorio y el hogar, legarnos, ya un avance científico, ya su empeño, su constancia, perseverancia, abnegación infinita.

Ada E. Yonath vive aún entre nosotros, es una de las mujeres Premio Nobel de Química de la que aún podemos esperar aportes, experiencias, vivencias. Aún la podemos entrevistar, con ella podemos conversar, de ella podemos escuchar, conocer, aprender. ¡Que llegue a esta excepcional química, bioquímica y cristalógrafa nuestro más profundo respeto, por su intelecto, su entrega, su pasión por la química!

Frances Hamilton Arnold

Nació el 25 de julio de 1956, en Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos (Figura 5). Hija de William Howard Arnold, físico nuclear. En 1979, se graduó en Ingeniería Mecánica y Aeroespacial por la Princeton University, y en 1985 se doctoró en Ingeniería Química por la University of California, Berkeley, donde realizó una investigación postdoctoral en química biofísica. Profesora de ingeniería química, bioingeniería y bioquímica en el *California Institute of Technology*, donde estudia la evolución y sus aplicaciones en química, ciencia y medicina (ver Figura 6).^{29,30}



Figura 5. Fotografía de Frances Hamilton Arnold

En 1993 logró la primera evolución directa de una enzima en el laboratorio. Estas proteínas son las encargadas de acelerar las reacciones químicas que se producen en todo tipo de funciones biológicas de los seres vivos, como la transformación del alimento en energía para moverse, hacer la digestión o pensar en el caso del ser humano. Desde entonces, refinó los métodos que se utilizan habitualmente para desarrollar nuevos catalizadores.



Figura 6. Frances Hamilton Arnold en el laboratorio.

En 2016 se convirtió en la primera mujer en ganar el Premio de Tecnología del Milenio en reconocimiento a sus descubrimientos, los cuales *"han impulsado el campo de la evolución dirigida, un proceso que imita la evolución natural para crear nuevas y mejores proteínas en el laboratorio"*.³¹ Un año después recibió el Premio Raymond and Beverly Sackler en Investigación de convergencia por la Academia Nacional de Ciencias. Además, fue una de las fundadoras de la empresa Gevo, líder en productos químicos renovables y biocombustibles avanzados, e inventora de numerosas patentes.

El 3 de octubre de 2018, fue galardonada con el Premio Nobel de Química, compartido con George P. Smith y Gregory P. Winter, por usar los principios de la evolución para desarrollar proteínas y anticuerpos para curar enfermedades y desarrollar sustancias químicas, como biocombustibles o fármacos, de una forma más limpia y eficiente, según la Real Academia de Ciencias, convirtiéndose en la quinta mujer en recibir este galardón.

Contrajo matrimonio con James E. Bailey, con el que tuvo a su hijo, James. Después se casó con Andrew E. Lange y tuvo otros dos hijos, William y Joseph.

Frances es una más en la lista de las excepcionales mujeres ganadoras del Premio Nobel de Química, pero con seguridad no será la última. Frances, al igual que Ada, es una de las Premios Nobel de Química que está entre nosotros, mujer científica, multipremiada que aún puede seguir cosechando logros y aportando al desarrollo de la química, de la que aún

podemos esperar experiencias y vivencias. ¡Nuestra profunda admiración!

Cerrando estas páginas

Por último, para cerrar estas páginas dedicadas a la historia de las mujeres Premios Nobel de Química, es meritorio recordar que en 2011 se celebró el Año Internacional de la Química en conmemoración al centenario de la obtención del Premio Nobel de Química por Marie Curie. En 2014 hubo otra celebración mundial: el Año Internacional de la Cristalografía, técnica desarrollada, entre otros, por Dorothy Crowfoot y Ada E. Yonath. Precisamente, fue dedicado a Dorothy Crowfoot, por cumplirse, en el 2014, el 50 aniversario de su Premio Nobel. Homenaje de la comunidad científica internacional a la química como ciencia, pero homenaje, también, a tan colosales mujeres, cuya creatividad, intelecto, tesón, han sido y serán un ejemplo imperecedero para nosotras, las químicas de hoy.

Finalmente, con el trabajo se ha querido mostrar el quehacer de las mujeres que han obtenido el Premio Nobel de Química. Se ha querido homenajear a las que fueron, son y serán un ejemplo para las químicas del presente. Ellas demostraron no solo que los obstáculos en la vida y en las ciencias son pequeños cuando se quiere alcanzar una quimera, sino, también, que la química nos pertenece a todas y a todos. Queda entonces el camino abierto para seguir avivando el protagonismo de las mujeres en el universo de los Premios Nobel de Química.

REFERENCIAS

1. CAO, R. "El Año Internacional de la Química en Cuba", Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba. 2011, 1 (1) 1-7.
2. MUÑOZ, A. "Marie Sklodowska-Curie y la radioactividad", Educación Química. 2013, 24(2) 224-228.

3. SÁNCHEZ, J. "Marie Curie, la Radiactividad y los Premios Nobel", An. Quím. 2011, 107(1) 84-93.
4. BORREGO, M. "La mujer en la Historia de la Ciencia", Documento de trabajo, Serie Ámbitos de la mujer. 2008, (3) 35-48. ISBN: 978-84-96860-67-4.
5. BINDA, M. "Marie Curie, una mujer pionera en su tiempo. Segunda Parte", Revista

- Argentina de Radiología. 2009, 73 (4) 409-416.
6. NASS, I. "Año Internacional de la Química", Revista Venezolana de Oncología. 2011, 23 (4) 270-271.
 7. DE PABLO, F., et al. "Inspiradoras excepcionales además de investigadoras", Revista de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular. 2012, SEBBM 173. Disponible en: http://www.sebbm.com/pdf/173/galeria173_intro.pdf. Consultado en enero de 2017.
 8. MUÑOZ, A. "Las Curie: una pareja radiante", Redes, Reflexiones. Disponible en: http://www.sebbm.es/archivos_tinymce/amuñoz_redes_4_curie.pdf. Consultado en enero de 2017. Pp. 28-29.
 9. GARCÍA, D., et al. "Marie Curie, una gran científica, una gran mujer", Revista Chilena de Radiología. 2006, 12 (3) 139-145.
 10. MARTÍNEZ, M., et al. "Historia y didáctica de la Química a través de sellos postales: un ejemplo con Marie Curie", Educación Química. 2013, 24 (1) 71-78.
 11. MUÑOZ, A., et al. "Mujeres y química. Parte IV. Siglos XX y XXI", Educación Química. 2013, 24 (3) 326-334.
 12. EDITORIAL. "Quince mujeres recibieron el Premio Nobel en ciencia", MEDICINA (Buenos Aires). 2013, 73 277-279. ISSN 0025-7680.
 13. ESCRIBANO, P. "Mujeres en, por y para la ciencia", Dossiers Feministes. 2010, 14 151-174.
 14. SALAS, M. "Mujer y Ciencia", ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura EXTRA. 2011, (CLXXXVII) 175-179. ISSN: 0210-1963, doi:10.3989/arbor.2011.extran1122.
 15. TÉLLEZ, F. "Mujeres en la cristalografía", Clepsydra. 2006, 5 103-110. Disponible en: [http://publica.webs.ull.es/upload/REV_CLEPSYDRA/05-2006/08_\(Fabiola_Téllez_Bárdenas\).pdf](http://publica.webs.ull.es/upload/REV_CLEPSYDRA/05-2006/08_(Fabiola_Téllez_Bárdenas).pdf). Consultado en octubre de 2016.
 16. ZÁRATE, A., et al. "Comentarios sobre los Premios Nobel de Medicina-Fisiología, Química y Física otorgados a investigadoras notables", Gaceta Médica de México. 2015, 151 281-286.
 17. GARCÍA, R. "Unas notas breves sobre mujeres y ciencia". Departamento de Física, Centro de Investigación en Óptica y Nanofísica, Universidad de Murcia, Marzo de 2013, Disponible en: <http://www.matesymas.es/jm/mujeres+ciencia2013.pdf>, Consultado en Noviembre de 2016.
 18. BENACH, J. "Dorothy Hodgkin", Cuadernos de la Fundación Dr. Antonio Esteve No. 13. Disponible en: <http://webs.um.es/jalozate/lozanoteruel/Colaboraciones/Amigas/Presentaciones/DorothyHodgkin.pdf>. Consultado en marzo de 2017. Pp. 25-32.
 19. MARTINEZ, C. "Capturada por la química: Dorothy Crowfoot Hodgkin", Mujeres ConCiencia. 2016. Disponible en: <http://mujeresconciencia.com/2016/05/11/capturada-la-quimica-dorothy-crowfoot-hodgkin/>. Consultado en marzo de 2017.
 20. HERRADÓN, B. "Dorothy Crowfoot-Hodgkin: científica excepcional", Los avances de la química. 2013. Disponible en: <http://www.losavancesdelaquimica.com/blog/2013/07/dorothy-crowfoot-hodgkin-cientifica-excepcional/>. Consultado en marzo de 2017.
 21. DE MATHEUS, M., et al. "Desarrollo de la cristalografía estructural en el Siglo XX. Su impacto en las ciencias biomédicas y las perspectivas en este campo", Revista Ciencia Salud Bogotá (Colombia). 2007, 5 (3) 70-72.
 22. EUROPEAN COMMISSION. "Women in Science". 2009. DGR. Doi

- 10.2777/1595. Disponible en:
<http://ec.europa.eu/research/index.cfm?pg=wisaudiobook>. Consultado en marzo de 2017.
23. GARCÍA, L. “Ada Yonath”, Revista de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular. 2013, 5 (141) 76.
24. WIKIPEDIA. “Ada Yonath”. 2017. Disponible en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Ada_Yonath. Consultado en marzo de 2017.
25. FERNÁNDEZ, P. “Semblanza de los Premios Nobel 2009 en Química”, Vida Científica 100cias@uned. 2010, (3) 118-120. ISSN: 1989-7189.
26. FERNÁNDEZ, C. “Nobel de Química 2009: estructura atómica de la maquinaria celular para sintetizar proteínas”, An. R. Acad. Nac. Farm. 2010, 76 (1) 119-136.
27. CALISTO, B., et al. “Venkatraman Ramakrishnan, Thomas A. Steitz y Ada E. Yonath, Premios Nobel de Química 2009: por sus estudios sobre la estructura y función del Ribosoma”, An. Quím. 2009, 105 (4) 286-289.
28. RODRÍGUEZ, C. “De la prometeómica a la proteómica: ya una realidad”, Encuentros en la Biología. 2009, 2 (126) 67-68.
29. “Frances Arnold”. Disponible en:
https://en.wikipedia.org/wiki/Frances_Arnold. Consultado en diciembre de 2018.
30. “Biografías de científicas”. Disponible en:
<https://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/10772/Frances%20H.%20Arnold> Consultado en enero de 2019.
31. EL MUNDO. “La ingeniera bioquímica Frances Arnold, la primera mujer en ganar el Premio Millennium de Tecnología”. Disponible en:
<https://www.elmundo.es/tecnologia/2016/05/24/5744374a46163fd4768b4632.html> Consultado en diciembre de 2018.

Lise Meitner, Rosalind Franklin y los Premios Nobel, ¿de Química?

Historia de la
Química

Dunia Rodríguez Heredia

**Facultad de Ingeniería Química y Agronomía
Universidad de Oriente**

duniarh@uo.edu.cu



La historia de Lise Meitner y Rosalind Franklin en relación con los Premios Nobel resulta tan interesante que bien valdría la pena dedicar otras páginas a su escritura. Lise Meitner y Rosalind Franklin fueron dos excepcionales científicas, que, al igual que otras mujeres, sintieron pasión por las ciencias. Al igual que Marie, Irene, Dorothy, Ada y Frances, las mujeres que han sido galardonadas con el Premio Nobel de Química, trabajaron intensamente en el desarrollo de lo que es la química en nuestros días; la diferencia con aquellas es que no obtuvieron el Premio Nobel. Fueron mujeres que sí pudieron acceder a la investigación científica y se entregaron, pero no fueron reconocidas, fueron subvaloradas o, peor aún, ignoradas.

Lise Meitner (1878-1968)

Lise Meitner nació en Viena, Austria. Física de formación, tuvo un papel preponderante en la investigación nuclear, especialmente en el descubrimiento de la fisión del núcleo. Ingresó en la Universidad en 1901, se doctoró en 1906 y partió para continuar sus estudios en Berlín.



Lise Meitner

Fue la primera mujer en conseguir ser profesora de física en una institución universitaria en Alemania, ocurrió en el año 1926, en el instituto Kaiser Wilhelm. En 1912, se estableció en Berlín, donde fue ayudante de Max Planck y midió la longitud de onda de los rayos gamma. En 1917, fue profesora de física en la universidad de Berlín.

Es célebre por haber descubierto el protactinio en 1918, junto con Otto Hahn.



Otto Hahn

Lise era física teórica y Hahn químico experimental, complementándose a la perfección en sus investigaciones.

Durante los casi treinta años que pasó en Berlín, Lise Meitner realizó contribuciones importantísimas en el campo de la Física Nuclear, identificando nueve nuevos elementos.

Además, Lise tuvo un papel preponderante en el descubrimiento de la fisión del átomo, la escisión de este en dos núcleos de masa mucho menor, con la generación de energía, y en su correcta interpretación teórica. Fue parte del equipo que descubrió la fisión nuclear, y fue

quien lo bautizó como tal, un logro para el que su colega Otto Hahn fuese galardonado con el Premio Nobel.

Ella es uno de los ejemplos de los logros científicos que se ha pasado por alto el comité Nobel, ya que en 1944 Otto Hahn recibió el premio Nobel de Química por sus experimentos en fisión nuclear, específicamente por "su descubrimiento de la fisión de núcleos pesados", un descubrimiento al que había llegado de forma conjunta con Lise Meitner (Figura 1).



Figura 1. Fotografías de Lise Meitner y Otto Hahn en su laboratorio.

Lise Meitner fue llamada por Albert Einstein como "La Marie Curie alemana". Aunque Otto Hahn mencionó a Lise varias veces cuando obtuvo el Nobel y le agradeció, lo cierto es que la científica no fue galardonada.

A lo largo de los años, este Nobel ha sido citado por analistas y medios como una de las máximas injusticias de la Academia Sueca.

Compensando el error

Lise Meitner es la única mujer que tiene un elemento en la tabla periódica en su honor: el Meitnerio (Mt), Figura 2. Ni siquiera la dos

veces galardonada con el Nobel, Marie Curie, cuenta con un elemento químico que lleve su nombre, a pesar de haber descubierto dos: el radio y el polonio. La única mujer real que fue honrada en exclusiva con un elemento en la tabla periódica fue Lise Meitner y su meitnerio.

74	75	76	77	78	79	80
W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
106	107	108	109	110	111	112
Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn

Figura 2. Sección de la Tabla Periódica donde se destaca el Meitnerio (Mt).

A lo largo de su vida, Meitner, la física austríaca, acumuló suficientes logros como para recibir este alto reconocimiento que comparte con unos pocos científicos de la historia, como Albert Einstein, con su einstenio. Y suerte que fue reconocida y valorada para nombrar un elemento químico en su nombre.

El 29 de agosto de 1982 los investigadores alemanes Peter Armbruster y Gottfried Münzenberg lograron sintetizar por primera vez el elemento radiactivo que luego sería bautizado como Meitnerio. Armbruster explicó entonces que el objetivo era "hacer justicia a una víctima del racismo alemán y dar el justo crédito a una vida y trabajo científicos".

El Mt pertenece a la serie de los metales de transición, su número atómico es 109. Es un elemento sintético radiactivo cuyo isótopo más estable es el Mt-250, cuya vida media es de 10 años.

El nombre de meitnerio fue sugerido en honor a la matemática y física, de origen austríaco y sueco, Lise Meitner, pero había una controversia acerca de los nombres de los elementos comprendidos entre 101 y 109. Así pues, la IUPAC adoptó el nombre de unilennio (símbolo Une) de manera temporal, como nombre sistemático del elemento. En 1997, decidieron la disputa y adoptaron el nombre actual.

Rosalind Franklin (1920-1958)

Rosalind nació en Londres, fue una química y cristalógrafa inglesa. Fue clave en el descubrimiento de la estructura del ADN. Se doctoró en Química-Física en 1945 por la Universidad de Cambridge.



Rosalind Elsie Franklin

Después de Cambridge, pasó tres años productivos (1947-1950) en París en el *Laboratoire de Services Chimiques de L'Etat*, donde trabajó en técnicas de difracción de rayos X.

Rosalind es la científica con cuyos datos Watson y Crick formularon en 1953 el modelo de doble hélice que describe la estructura del ADN, uno de los hitos de la Biología del siglo XX. Entonces, ¿por qué son ellos los únicos "famosos"?



Rosalind Franklin con un microscopio en 1955

En 1952, en un laboratorio del afamado centro de investigación *King's College* de Inglaterra, Rosalind, de profesión cristalógrafa, logra una fotografía de difracción de rayos X que reveló, de manera inconfundible, la estructura helicoidal de la molécula del ADN. Esta imagen es

conocida hoy como la famosa "fotografía 51", ver Figura 3.



Figura 3. La foto 51. La difracción de los rayos X a través de las moléculas de ADN produce una característica imagen en X. En su conjunto, la interpretación de la foto permite deducir que el ADN es una doble hélice.

Esta "Fotografía 51" marcó un antes y un después en lo referente a la estructura de la vida tal y como la entendemos ahora. En ella, Rosalind Franklin utilizó la difracción de rayos X para capturar la estructura de doble hélice del ADN, algo detectable a simple vista por las bandas dispuestas en cruz. Según los expertos, esa 'X' perfecta en el centro era reveladora de la estructura en escalera de caracol de la macromolécula de la herencia.

En 1953, la revista británica *Nature* publica un artículo elaborado por cuatro científicos notables: Francis Crick, James Watson, Maurice Wilkins y Rosalind Franklin. En ese artículo, sus autores (Figura 4) explican el funcionamiento del ácido desoxirribonucleico (ADN), donde está contenida toda la información genética. Esta revelación, que representa un aporte capital para la ciencia, será tomada en cuenta a la hora de otorgar el Nobel de Fisiología y Medicina a Francis Crick, James Watson y Maurice Wilkins en 1962. Pero cuando esto ocurre, el galardón sólo consideró a los científicos varones. El nombre de Rosalind Franklin no figuró en el grupo premiado. Para entonces, ella había muerto de cáncer, en 1958, a la edad de treinta y

ocho años. Ni Watson ni Crick la nombraron en sus discursos de aceptación del Nobel.



Figura 4. Los científicos involucrados en la elucidación de la estructura del ADN. De izquierda a derecha: Rosalind, Watson, Wilkins y Crick.

Los datos ofrecidos por Franklin determinaron el curso de la investigación de Watson y Crick. En el curso de un mes lograron armar un modelo teórico para la estructura del ADN, esta vez sin la presencia de Franklin.

Una de las reglas del Premio Nobel era prohibir las candidaturas póstumas y por lo tanto Rosalind Franklin, que había fallecido en 1958, no era elegible para candidata del Premio Nobel otorgado posteriormente a Crick, Watson y Wilkins en 1962. Pese a ser la científica que obtuvo los datos que permitieron definir que el ADN tiene estructura de doble hélice, no fue premiada con el Nobel.

Concluyendo

Finalmente, a consideración de esta autora, aunque la elucidación de la estructura del ADN mereció el Premio Nobel de Fisiología y Medicina, bien podría haber obtenido el Premio Nobel de Química, porque, como se ha hecho latente a lo largo de la historia de las ciencias, y en particular de la química, la ciencia es una sola y pertenece a cuantas disciplinas científicas la desarrollen. En este sentido se puede decir que la radiactividad de Marie Curie pertenecía a los físicos y a los químicos; la cristalografía que trabajaron Dorothy Crowfoot y Ada E. Yonath era una técnica que se debatía entre químicos, físicos, y bioquímicos; por tanto, la molécula de ADN, su estructura y sus funciones está igualmente distribuida entre la Química, la Biología, o mejor aún, la Bioquímica.

Los conocimientos de física de Lise Meitner le permitieron adentrarse en el mundo de la

química, el término fisión nuclear bien puede pertenecer a químicos y a físicos.

El Nobel en Física, en Química o en Fisiología y Medicina tiene una línea de separación tan débil que bien valdría la pena reflexionar al respecto. El conocimiento es uno solo, el hombre lo ha fraccionado en disciplinas científicas para un mejor entendimiento del mundo que nos rodea. Lo que sí es cierto es que estas dos mujeres merecían un Premio Nobel.

REFERENCIAS

- VAN DENEYDEN, A. “Género y ciencia, ¿términos contradictorios? Un análisis sobre la contribución de las mujeres al desarrollo científico”. Revista Iberoamericana de Educación. 1994, 6, 79-101.
- BORREGO, M. “La mujer en la Historia de la Ciencia”, Documento de trabajo, Serie Ámbitos de la mujer. 2008, (3) 35-48. ISBN: 978-84-96860-67-4.
- ESCRIBANO, P. “Mujeres en, por y para la ciencia”, Dossiers Feministes. 2010, 14 151-174.
- SALAS, M. “Mujer y Ciencia”, ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura EXTRA. 2011, (CLXXXVII) 175-179. ISSN: 0210-1963, doi:10.3989/arbor.2011.extran1122.
- LACADENA, J. “El Premio Nobel de Fisiología o Medicina 2008: deshaciendo el nudo gordiano. El Premio Nobel de Química 2008: otra herramienta genética al servicio de la ciencia”, An. R. Acad. Nac. Farm. 2009, 75 (1) 65-76.
- DIO, E. “¿Todas Madame Curie? Subjetividad e identidad de las científicas y tecnólogas”, Revista Aperturas Psicoanalíticas. 2006, (24) 1-12.
- <https://www.sciencehistory.org/historical-profile/otto-hahn-lise-meitner-and-fritz-strassmann>
- https://elpais.com/diario/2004/07/22/ciberpais/1090461745_850215.html

Se gradúa la primera mujer en ciencias físico químicas en la Universidad de la Habana, 1888

Historia de la
Química

Rebeca Vega Miche

Departamento de Química General e Inorgánica
Facultad de Química
Universidad de La Habana

vega@fq.uh.cu



Corría el año 1883 cuando una jovencita matancera de solo 15 años de edad, y ya Bachiller, acompañada de su padre, solicita su matrícula en la Facultad de Ciencias y en la Facultad de Farmacia de la Universidad de La Habana. Su objetivo estaba muy claro estudiar “por libre” las asignaturas que le permitieran obtener los títulos de Licenciada en Farmacia y en Ciencias Físico-Químicas.



Puerta de entrada y patio interior de la Universidad de La Habana en el siglo XIX

Este hecho resulta sorprendente no solo por la temprana edad de la aspirante, sino por ocurrir en una época en que la mujer estaba relegada a las tareas de ser esposa, madre y ama de casa. Si a eso se le añade que la

muchacha residía en el barrio de Pueblo Nuevo, provincia de Matanzas y que aspiraba a estudiar sin asistir a clases es necesario concluir que se trataba de un caso realmente excepcional.

Digna América de Los Ángeles del Sol Gallardo, como reza su fe de bautismo presentada como documento de su identidad en el acto de matrícula, había nacido el 2 de octubre de 1867 en la Atenas de Cuba. Era hija legítima de Carlos Zacarías del Sol y de Evarista Gallardo.

Poco a poco la joven Digna fue aprobando las distintas asignaturas que conformaban los planes de estudios de ambas carreras, con notas, en su mayoría, de notable y sobresaliente. Realizó sus prácticas primero en la farmacia de Don Pedro de la calle ubicada en la Calzada de Terry No 86 de la ciudad de Matanzas y luego con Don Domingo Lecuona y Madan, subdelegado de Farmacia del distrito norte de la ciudad, en su farmacia sita en Rielasi No. 1,2 y3.

El 24 de abril de 1888 concluye sus estudios de Licenciatura en Ciencias Físico Químicas con la defensa de los dos ejercicios de grado. El tribunal que la evaluó estuvo constituido por los catedráticos titulares Carlos Theye y Lhoste (Análisis Químico), Simón Vila y Vendrell (Química Orgánica) y por el catedrático auxiliar Nicasio Silverio y Armas (Química General e Inorgánica). En ambos

ejercicios la joven obtiene la calificación de sobresaliente. Un poco más tarde obtiene el título de Licenciado en Farmacia. No consta en su expediente ni en las memorias anuario de la Universidad, que haya obtenido el grado de Doctor.

Es justo destacar que en el lustro comprendido entre 1885 y 1889 se graduaron otras cinco mujeres en la Universidad de La Habana. Ellas fueron: Mercedes Riba Pinos en Filosofía (septiembre, 1885); Jacinta Menéndez de Luarca Díaz en Farmacia (junio, 1888); María Francisca Rojas Sabater en Derecho (octubre, 1888,); María Luisa Dolz y Arango en Ciencias Naturales (octubre, 1889); y Laura Martínez de Carvajal y Camino quien en junio de 1888 obtuvo la licenciatura en Ciencias Físico Matemáticas y en junio de 1889 la de Medicina.

Sería interesante conocer si Digna del Sol ejerció alguna de sus dos profesiones, para lo cual habría que indagar en los archivos de su ciudad natal, pero de todas formas tiene el mérito de ser una de las primeras mujeres en luchar contra los prejuicios discriminatorios de aquella sociedad colonial.

REFERENCIAS

- Archivo UH. Expediente No 13052.
- De Armas R., Torres Cuevas E., Cairo A. Historia de la Universidad de La Habana (1728-1929) Volumen I. Ed. Ciencias Sociales. 1984.

Pionero de la Química Física en Cuba Eudaldo Yraiz Muñoz Justiz (1901- ?)

Historia de la
Química

Rebeca Vega Miche

Departamento de Química General e Inorgánica
Facultad de Química
Universidad de La Habana
vega@fq.uh.cu



El Doctor en Ciencias Físico Químicas Eudaldo Muñoz fue el fundador de la cátedra P de Química Física en la Facultad de Ciencias de la Universidad de La Habana. Fue profesor de importantes químicos cubanos, como Antonio Alzola, Ernesto Cuervo Blay, José Fernández Bertrán, y Yolanda Ruiz que desarrollaron su trabajo en el campo de la Química Física, área en la cual Muñoz fue pionero en Cuba.

Muñoz nació el 22 de septiembre de 1901 en Santiago de Cuba. Cursó sus estudios primarios y secundarios en el Colegio La Salle y el Instituto Dolores, y se graduó como Bachiller en Ciencias y Letras en el Instituto de Segunda Enseñanza y de Agrimensor en la Escuela de Agrimensura de su ciudad natal.

En 1925 obtuvo el título de Ingeniero Electricista en la Universidad de La Habana y en 1934 el de Doctor en Ciencias Físico Químicas. En abril de 1938 comienza como profesor agregado interino en la Cátedra E de la Facultad de Ciencias, donde se encarga de las prácticas de laboratorio, y del curso de Química Inorgánica para la carrera de Medicina Veterinaria. En 1938 se hace cargo, sin retribución alguna, de la asignatura “Conferencias de Química Física” del Doctorado en Ciencias Físico Químicas por necesidades de la Facultad. En 1943, al crearse la Cátedra P Química Física se presentó al

concurso oposición y obtuvo la plaza de Profesor Auxiliar. Al no estar aprobado el cargo de titular en esa cátedra se le asignan esas funciones hasta ser nombrado por derecho a ascenso como Profesor Titular en 1950.

En febrero de 1947, el Dr. Eudaldo Muñoz dictó en la Sociedad Cubana de Ingenieros un ciclo de conferencias titulado «*Estructura atómica y desintegración nuclear*», a la que siguió un artículo suyo “*Estudio del proceso radioactivo de los productos de desintegración del radio*” publicado en la revista del Instituto Nacional de Hidrología y Climatología del Ministerio de Salubridad y Asistencia Social.¹ Esta circunstancia, unida al hecho de que en la cátedra mencionada venía trabajándose con los alumnos de Ciencias Físico-Químicas en algunos temas de química nuclear, permitió que en 1948 el Dr. Muñoz fuera nombrado por la Universidad como su representante en la Comisión Nacional de Aplicaciones de la Energía Atómica a Usos Civiles, creada en 1947.



¹ Muñoz, E. (1948) «Estudio del proceso radioactivo de los productos de desintegración del radio». *Archivo del Instituto*

Nacional de Hidrología y Climatología Médicas, 2(2/Jun.), 162-170.

En el concurso sobre investigación científica convocado por el Ministerio de Cultura en 1950 presentó el trabajo “*Una fórmula teórica para calcular la edad de los minerales por los procesos espontáneos de desintegración atómica*”; y en su expediente aparecen los títulos de otras publicaciones de su autoría publicadas en la Revista Cubana de la Sociedad de Ingenieros, entre los que pueden mencionarse: “*Diferencia de la concentración iónica entre la zona anódica y catódica en un electrolito salino*”, “*Accidentes producidos por la energía eléctrica y su tratamiento*”, “*Corrección del factor de potencia mediante un condensador en paralelo*”, “*Relación electrónica nuclear*”, “*Explicación diagramática del experimento de Huyghens sobre la polarización de la luz*”; y en la Revista de la Secretaria de Agricultura los títulos: “*Concepto de ionización, acidez, alcalinidad y pH*”; “*Explicación técnica de la protección del cinc sobre la corrosión del hierro*” y “*Transformación del ion dicromato en cromato por desplazamiento electrónico*”.

Entre 1948 y 1959 registró tres patentes en los Estados Unidos sobre calentadores eléctricos de inmersión para líquidos² y además registró o solicitó en Cuba otras seis concesiones de privilegio de invención sobre distintos dispositivos eléctricos. Realizó trabajos de servicio o asesoría en el Ministerio de Obras Públicas, en la Aduana de la Habana, en el Acueducto de La Habana, así como en la Planta Nacional de Acumuladores y en la empresa Luz Neón.

Ingresó a la Academia de Ciencias de La Habana en 1954 con el trabajo “*Determinación de la energía absorbida por un cuerpo expuesto a la acción de las radiaciones nucleares*”. Fue designado para participar como delegado ante el VII Congreso Latinoamericano de Química, en México del 13 de marzo al 5 de abril de 1959.

Se jubila al amparo del artículo 3 de la ley 859 de 1960. Con posterioridad emigra con su familia a los Estados Unidos donde continuó diseñando dispositivos eléctricos y de calentamiento.

REFERENCIAS

- Archivo UH. Expediente Administrativo 7856.
- Trabajo de Ingreso a la Academia de Ciencias de La Habana. Discurso de Contestación del Dr. Mario Mencía y García. 10 de noviembre de 1954.
- **Valero González M. La Academia de Ciencias de La Habana. Últimos años de su actividad institucional en la república. 1944-1959.** Revista *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*. Vol.5, No.1, Año 2015.

² Muñoz, E. Patentes US2533469, Dic 12 de 1950; US2678377A, Mayo 11 1954; US2879371 A, marzo 24 de 1959.

Apuntes sobre el Laboratorio de Química Computacional y Teórica

Historia de la
Química

Roy González Alemán

Laboratorio de Química Computacional y Teórica
Facultad de Química, Universidad de La Habana



roy_gonzalez@fq.uh.cu

“[...] el objeto de nuestros estudios no es un fragmento de lo real, uno de los aspectos aislados de la actividad humana, sino el hombre mismo, considerado en el seno de los grupos de los que es miembro” [1]

En este pequeño trabajo pretendo describir ciertos aspectos de la historia del Laboratorio de Química Computacional y Teórica (LQCT), perteneciente a la Facultad de Química de la Universidad de La Habana (UH), en el cual se desarrolla una intensa actividad científica en el campo de las ciencias básicas. Una visión total de la ciencia necesariamente nos conduce a analizarla en su conjunto con el entorno social donde se desarrolla, el cual modifica sus rumbos y en ocasiones los determina. No es mi intención agotar ninguno de los temas que abordo y estoy convencido de que el enfoque está limitado por mi escaso conocimiento en terreno literario, sin embargo, creo que la exposición podría contribuir a motivar el interés en conocer más cercanamente el grupo de investigación al que pertenezco.

Ab initio

La década del 60 fue de vital importancia en la vida académica de la Universidad de La Habana y de manera más global, en todo el desarrollo científico-técnico de nuestro país. El 10 de enero de 1962 se decreta oficialmente la Reforma Universitaria, un enorme esfuerzo del

gobierno revolucionario recién surgido para impulsar la enseñanza de la ciencia en Cuba y proveer las transformaciones necesarias para la búsqueda de una nueva universidad, que se integrara armónicamente en el contexto socialista decretado meses antes. Muchas fueron las aristas en las que la Reforma afectó la vida científica de la UH (una descripción detallada puede encontrarse en [2]), pero destaca la prioridad concedida a las carreras científicas y técnicas, así como a la formación de investigadores y al aprovechamiento de la colaboración internacional.

Jorge Lodos (actualmente profesor de la asignatura “Tecnología Química” en la Facultad de Química de la UH) fue uno de los jóvenes que por aquellos años egresaron de universidades soviéticas, específicamente en el año 1966. Lodos estudió en la potencia socialista más grande de todos los tiempos y fue testigo de los avances tecnológicos de la época, entre ellos, el campo de la computación, aún inexistente en nuestra isla.

Al llegar a Cuba, el joven profesor impartió un curso de mecánica cuántica en la entonces Escuela de Química de la UH (actual Facultad de Química) específicamente sobre la Teoría de Hückel Simple. A partir de entonces, un grupo de profesores y estudiantes de química, entre los cuales se encontraba Luis Alberto Montero, se dedicaron a realizar cálculos mecánico cuánticos en la única computadora existente en Cuba. Los primeros artículos datan de 1971 con cálculos realizados de forma

independiente por los investigadores, donde la utilización de métodos de la química cuántica se hace en el marco de la colaboración con el Prof. Egon Fanghänel [3], de la entonces República Democrática Alemana, quien aportara la contraparte experimental.

(Montero, un paréntesis necesario)

Luis Alberto de Jesús Montero Cabrera ha sido el líder científico del LQCT desde su fundación. Nació en el año 1945 en La Habana. Cursó hasta 9 grado en el colegio privado La Salle y luego estudió el bachillerato en el Instituto Preuniversitario de La Habana, graduándose en el año 1963. Casualmente, un año luego de comenzada la Reforma Universitaria.

El año posterior recibió un Curso de Nivelación obligatorio, donde consolida sus conocimientos y recibe la preparación necesaria para afrontar la enseñanza universitaria. En este período se contrata con el Ministerio de Educación para ejercer como profesor de secundaria básica, impartiendo la asignatura de Física, esta experiencia le fue de gran provecho y constituye su primer acercamiento a la intensa actividad docente que realizaría posteriormente.

Comienza sus estudios superiores en el curso 1964-1965 en la carrera de Licenciatura Química en la Escuela de Química de la Universidad de La Habana. En octubre de 1965 (mientras cursaba el 2^{do} año) comienza a impartir clases de Química General a los alumnos del Curso de Nivelación. Defiende su trabajo de diploma en junio de 1968 resultando ser el graduado más integral de su año.

Trabajó para el Ministerio de Educación desde 1968, impartiendo clases a estudiantes de la Facultad de Química en el curso diurno y nocturno hasta septiembre del 86 cuando pasa a ser plantilla del departamento de Química y funda el LQCT. Su trayectoria como investigador lo ha convertido en una personalidad prestigiosa en su campo de

estudio y a la hora de hablar de ciencia en Cuba.

Miembro Titular de la Academia de Ciencias de Cuba, Licenciado en Química, Doctor en Ciencias Químicas, Profesor e Investigador Titular de la Universidad de La Habana. Especialidad de trabajo: Química y Física Computacional. Durante su trayectoria profesional ha ocupado diversas responsabilidades docentes y de dirección. Miembro del Consejo Científico del Ministerio de Educación Superior, Presidente del Consejo Científico de la Universidad de La Habana. Miembro del Consejo Científico de la Universidad de Ciencias de la Información. Miembro de la Sociedad Cubana de Física. Revisor de Revistas: Revista Cubana de Química, Revista CNIC de Ciencias Químicas, Journal of Molecular Structure, entre otras. Miembro de la Academy of Sciences of New York, New York, USA, 1994.

Son múltiples sus aportes científicos y pedagógicos, impresionante obra investigativa, que se recoge en 135 publicaciones en Revistas Científicas nacionales y extranjeras. Ha participado en varios proyectos investigativos cubanos y en más de trece proyectos de investigación cooperada con otros países del mundo. Profesor y conferencista invitado por más de ciento doce instituciones científicas de Europa, EEUU y América Latina. Ha sido tutor de más de quince tesis de doctorado y miembro de tribunales de grados científicos. Ha participado como ponente en numerosos eventos científicos nacionales e internacionales.

Por sus relevantes aportes en el campo científico y pedagógico, ha sido merecedor de múltiples reconocimientos, entre lo que se destacan; Orden Frank País (2^{do} grado), Orden Carlos J. Finlay, Medalla de Hazaña Laboral, Consejo de Estado, Medalla José Tey, Medalla Conmemorativa "*De la Alfabetización*", Distinción "*Rafael María de Mendive*", Distinción "*Por la Educación Cubana*", Premio al mejor trabajo aplicado a la

Educación Superior, Universidad de La Habana, Premio al mejor trabajo aplicado a la Educación Superior, Ministerio de Educación Superior de Cuba, Vanguardia Nacional durante ocho años consecutivos, Premio del Ministerio de Educación Superior, Premio de la Academia de Ciencias de Cuba (tres ocasiones), Medalla por el 270 Aniversario de la Universidad de La Habana.

Sin el interés de hacer este acápite una oda al líder, sirva esta breve descripción para formar en el lector la idea del intercambio internacional intenso de esta personalidad, que ha posibilitado mantener al grupo de investigación que dirige en los estándares más altos de la competitividad en nuestra Universidad y ha viabilizado hacer la llamada “big science” también desde nuestras limitaciones.

Surgimiento a lo cubano

Una idea original, una puesta en marcha novedosa y un funcionamiento que dé probadas muestras de eficiencia, todo ello como resultado de las limitaciones económicas que ha tenido nuestra isla, son ingredientes fundamentales para afirmar que algo está hecho “a lo cubano”. El surgimiento del LQCT es un ejemplo entre muchos, de la inventiva que caracteriza a este pueblo.

• La idea original

La aparición en el mercado de la primera IBM PC el 12 de agosto de 1981 tuvo trascendencia a nivel mundial, pues este ordenador de escritorio tenía un precio asequible para las empresas y sus prestaciones eran elevadas para la época. En Cuba se introdujo de forma masiva el uso de computadoras en la educación superior a partir

de 1983.³ La idea entonces fue hacer uso de computadoras personales⁴ para la realización de cálculos teóricos que aportaran información valiosa a los químicos “experimentales”, aprovechando el relativo bajo costo de la implementación. Esta idea básica, presentada de forma atractiva, hizo posible la financiación inicial a través de un proyecto sueco con apoyo de la UNESCO.

• La puesta en marcha

Muchos de los grupos de investigación con los que hoy contamos, vieron la luz gracias a financiamientos estatales y guiados por la voluntad política de los principales líderes de la época, este no fue el caso del LQCT.

El primer grupo de trabajo que se dedicó exclusivamente a la Química Cuántica radicó en La Habana desde 1983 en el Instituto de Química y Biología Experimental (IQBE) de la Academia de Ciencias de Cuba. En el año 1986 se celebraría en Cuba la V Escuela Latinoamericana de Química Teórica razón por la cual dicho grupo recibió un financiamiento de la UNESCO de 20 000 USD para tal propósito (a través del mencionado proyecto con Suecia). En la práctica, la Universidad de La Habana se hizo cargo de una gran parte del evento, destinándose un porcentaje elevado de la financiación para la adquisición de los primeros equipos de cómputo con que contó el LQCT.

• La probada eficiencia

A través de los años el grupo ha demostrado que su fundación fue un paso de avance tanto para el desarrollo de la investigación básica en Cuba como para la formación de personal altamente calificado.

3 En 1970 se ensambló por vez primera una computadora cubana, la CID-201A, que estaba vinculada a las necesidades de la zafra azucarera. A partir de entonces se creó un plan nacional de fabricación de computadoras.

4 Esto se logra a través de clústeres de computadoras. Los clústeres son usualmente empleados para mejorar el

rendimiento y/o la disponibilidad por encima de la que es provista por un solo computador, siendo generalmente más económico que computadores individuales de rapidez y disponibilidad comparables.



El principal objetivo del grupo radica en ser una institución avanzada de formación de postgrado e investigación a nivel internacional y desde su creación se han formado 22 doctores, de los cuales la inmensa mayoría colaboran en la actualidad con el grupo. Hasta la actualidad, se han publicado 173 artículos, de los cuales más del 90% fueron en revistas de alto impacto.

Destacan entre ellos “*Modelación computacional de absorción de luz por sistemas nanoscópicos*”, que fue galardonado con el premio CITMA a la Mayor Relevancia Científica en el 2012 y también obtuvo premio de la Academia de Ciencias de Cuba (ACC). Este trabajo constituye una aplicación de un método de cálculo desarrollado en el grupo años atrás para estimar propiedades en estados excitados de las moléculas. El quehacer del grupo incluye además el primer artículo científico que se publicó por cubanos, desde Cuba, en revistas originales de la Sociedad Americana de Química, la sociedad científica más grande del mundo.

Los objetos de investigación principales son métodos y programas de ordenador para el cálculo de propiedades moleculares mediante procedimientos aproximados de la química cuántica; aplicaciones en la modelación de espectros de absorción ultravioleta y visible; reacciones favorecidas; estructura geométrica y asociaciones moleculares. Entre los campos de trabajo que definen su actividad se encuentran el análisis químico, bioquímica y biología molecular, ciencia de los materiales,

astrofísica, diseño de fármacos y otras sustancias bioactivas, sustancias naturales y química supramolecular.

El LQCT está vinculado por lazos de cooperación con laboratorios de la misma disciplina científica en países iberoamericanos y de todo el mundo. El laboratorio tiene un estrecho vínculo con la revista científica *Folia Chimica Theoretica Latina*, la que se publica regularmente desde hace veinte años en España.

Por el LQCT han pasado y se han formado estudiantes y profesores cubanos de casi todas las provincias del país. Lo han visitado para dar y adquirir conocimientos investigadores de países latinoamericanos, europeos, norteamericanos, entre otros.

Este relato evidencia que el surgimiento del grupo tuvo un carácter “coyuntural”. En primer lugar, la idea de hacer química computacional con equipos poco convencionales como lo eran las computadoras personales, a partir del hecho de que ya existía la posibilidad de adquirir la tecnología necesaria a precios accesibles en el mercado internacional, segundo el financiamiento externo, luego de una propuesta atractiva, y por último la posibilidad de la UH de “ahorrar” dicho financiamiento a cambio de garantizar la logística del evento que había que preparar. Toda una serie de sucesos que tan sólo a un lustro de distancia, hubieran hecho la historia radicalmente distinta.

Integración social de la investigación básica

En sus comienzos las investigaciones del grupo estaban vinculadas con las necesidades del grupo de Polímeros al frente del cual se encontraba el Dr. Ricardo Martínez. Se observa claramente en los primeros artículos publicados alusiones a la química orgánica, en

especial, trabajos relacionados con el furfural⁵ y sus derivados. Este vínculo se fue disolviendo poco a poco en el tiempo.

La agenda de investigación del LQCT se reorientó entonces al desarrollo de métodos de química computacional, utilizarlos, implementarlos y socializar las formas de hacer en esta rama de la ciencia. Por definición, estamos hablando de un grupo que desarrolla investigaciones básicas [cuadrante 1 o de Bohr según la tipología de Stokes] (Tabla 1), lo cual, contrariamente a lo que piensan muchas personas y más de un autor repite, no significa que el interés por las aplicaciones sea escaso. Tal y como se mencionó anteriormente, el objeto de trabajo del grupo incluye métodos generales de la química computacional y sus aplicaciones, por tanto, queda claro que el desarrollo de una herramienta que sirva para afrontar disímiles problemas, tiene garantizada la aplicación por aquel sector de la comunidad científica que lo necesita, sector que, dicho sea de paso, es parte de la sociedad.

Tabla 1. Modelos de cuadrantes de la investigación científica (Adaptado de [5])

		¿Consideraciones sobre posibles aplicaciones?	
		NO	SI
Búsqueda del conocimiento	SI	Cuadrante 1 “de Bohr” Investigación básica (disciplinar)	Cuadrante 2 “de Pasteur” Investigación básica orientada a la aplicación
	NO	Cuadrante 3 Investigación didáctica	Cuadrante 4 “de Edison” Investigación aplicada tradicional

En relación a la economía, podría pensarse que el LQCT es un grupo estático y hasta cierto

punto desvinculado de los intereses a mediano y largo plazo del país, que está enfocado en la producción de artículos y doctores y que no hay relación alguna con el entorno social en el que se desenvuelve. Sin embargo, este análisis considera implícitamente que la contribución social de la ciencia básica es medible en cifras económicas, lo cual no es cierto.

Enfatizo la idea expuesta con anterioridad, no debe medirse el aporte social de la investigación básica de la misma manera que el de la investigación aplicada u orientada a la aplicación. Los SEADIM (Seminarios de Estudios Avanzados de Diseño Molecular y Bioinformática) son sólo un ejemplo. En la vida diaria existen innumerables hechos que ponen de manifiesto la imposibilidad del avance tecnológico y científico sin recurrir a investigaciones que en su momento parecían “demasiado básicas”. Me hago eco de las ideas de una joven profesora del grupo, Ana Lilian Montero Alejo, quien en una entrevista personal aseguraba que “*existe la misma probabilidad en ciencia básica de obtener una aplicación que en otras investigaciones, el problema radica en que es mucho más difícil de predecir*”

La forma en que el grupo se articula con el contexto social actual de Cuba es puramente académica, no se investiga en temas que el país demanda y esto no es un impedimento para que exista una vinculación social, pues su misión se ha cumplido a cabalidad. Gracias a su labor existe hoy en Cuba un *Programa Nacional de Bioinformática*. Sin ser un grupo dedicado a esta rama, fue el crisol donde se forjó esta institución, que agrupa cada vez más estudiantes de doctorado en toda Cuba. El trabajo académico se vincula con la realidad del país no solo por el objeto de lo que investiga sino por el cumplimiento de su misión social como grupo académico. Cualquier crecimiento que pueda haber

⁵ El compuesto químico furfural es un aldehído industrial derivado de varios subproductos de la agricultura, en nuestro

país, su estudio teórico obedecía a la solución de problemas concretos de la industria azucarera.

existido en Cuba en cuanto a la computación de alto rendimiento se debe en buena medida a la existencia de grupos de investigación como el LQCT.

SEADIM ¿Tercera misión?

A la universidad de nuestros tiempos se le atribuyen dos misiones bien reconocidas. La primera comprende la formación de los profesionales que hacen posible la producción, distribución y aplicación de los conocimientos, mientras que la segunda se refiere a aspectos relacionados con la reflexión social, ética, política, humanista sobre las causas y consecuencias del desarrollo [5]. Hay una tercera misión de la cual cada vez se habla con mayor énfasis, la misión empresarial. Varias son las dimensiones que la caracterizan, pero hay un vértice común: la obtención de ingresos a partir de actividades propias de la universidad.

Este nuevo enfoque en el papel de la universidad resulta especialmente atractivo en las condiciones económicas que atraviesa nuestro país hace más de 25 años, sin embargo, debe estar guiado por el concepto de “pertinencia social” [6] que lo aleje de la

tendencia neoliberal promotora de la subordinación al capital.

En esta línea de pensamiento, resulta interesante analizar un ejemplo de como el LQCT combina la tercera misión con un alto grado de pertinencia social a través de los ya famosos Seminarios de Estudios Avanzados de Diseño Molecular y Bioinformática (SEADIM). Estos eventos celebrados cada dos años constituyen una prueba de la socialización de la ciencia que históricamente ha promovido el grupo. Una oportunidad invaluable para establecer relaciones entre las comunidades científicas del país y el resto del mundo. Participan no sólo expertos de la región sino también de Alemania, Bulgaria, Canadá, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Hungría, Italia, Suecia, etcétera. La organización corre a cargo de los propios integrantes del grupo, habituados a través del tiempo a realizar labores logísticas que no les eran familiares en un inicio.

Por si fuera poco, este prestigioso evento es uno de los que más ingresos de divisas generaron a la Universidad de La Habana en tiempos de crisis y que, irónicamente, nunca fueron retribuidos directamente al financiamiento del grupo organizador.



Algunos de los antiguos y actuales miembros y colaboradores del LQCT en eventos auspiciados por el grupo

1991 ¿Cuál crisis?

Con la caída del campo socialista muchos fueron los cambios en la forma de hacer ciencia en la UH. En tal coyuntura, el país estaba necesitado de grupos científicos que contribuyeran a compensar los agudos déficits económicos de la nación. Está claro que la solicitud de financiamiento para desarrollar la modelación computacional de nanosistemas no se produciría de ninguna manera. Entonces, ¿cómo se libró el LQCT de una muerte prematura?

La colaboración internacional del grupo había comenzado en la década anterior, solo quedaba explotarla y el resultado vino de Suecia (una vez más). El proyecto se concibió entre los años 1991 y 1994 y se produjo con la Agencia Sueca para la Cooperación de Investigaciones para el Desarrollo (SAREC), garantizando el intercambio estable con la universidad de Uppsala⁶.

Gracias a este proyecto se adquirieron los medios de cómputo para el trabajo en Cuba, literatura científica (no existía el sitio Sci-hub en aquel entonces), pudo asistirse a eventos en el extranjero, se financió la defensa de los primeros doctorados y se creó la red de computadoras en la Facultad de Química de la Universidad de La Habana.

Sin embargo, no hubo renovación del proyecto, Suecia condicionó el apoyo a Cuba demandando requisitos inaceptables que eran ajenos a la ciencia.

A partir de este momento el Prof. Luis A. Montero y los líderes científicos del LQCT se han encargado entre sus actividades al frente del grupo de la búsqueda de colaboraciones con otras entidades extranjeras, para el sostenimiento y desarrollo del grupo. Esta labor permite ilustrar la visión de la ciencia como una construcción social. El científico, embebido en un entorno social que no siempre

es el más alentador, debe ser capaz de moldearlo dentro de ciertos límites. La inventiva, la picardía, la dedicación, son también valores que necesariamente han tenido que aparecer en el *ethos* de la ciencia cubana.

Consideraciones finales

El Laboratorio de Química Computacional y Teórica [LQCT] es uno de los primeros laboratorios de su tipo que trabajó y sigue trabajando con ordenadores personales, aprovechando al máximo la avanzada tecnología de estos y su bajo costo desde el año 1983. Es un ejemplo de posibilidades de desarrollo para unidades científicas con modestos recursos.

Actualmente varios de sus integrantes están volcados a la tarea de reclutar estudiantes de pregrado de las carreras de Química, Bioquímica, Cibernética y afines que demuestren interés en la modelación computacional para garantizar la continuidad de este grupo y potenciar el impacto de sus investigaciones.

REFERENCIAS

1. **Lucien Febvre**, *Combates por la historia*. 1970, Barcelona.
2. **Jorge Núñez Jover, Israelis Pérez Ones**, *La construcción de capacidades de investigación e innovación en las universidades: el caso de la Universidad de La Habana*. Revista Educación Superior y Sociedad: Universidad latinoamericana como centros de investigación y creación de conocimientos, 2007: p. 146-173.
3. **Gabriela Sánchez Díaz, Thais Valdés Parra**, *Estudio de caso: Laboratorio de Química Computacional y Teórica*. 2012.
4. **Roy González Alemán**, *PROBLEMAS SOCIALES DE LA CIENCIA Y LA*

⁶ La universidad de Uppsala es una universidad ubicada en la ciudad de Uppsala, Suecia, y es la casa de estudios más antigua de Escandinavia, habiendo sido fundada en 1477. Constantemente es clasificada entre las mejores universidades

de Europa septentrional, y generalmente se le considera como una de las instituciones de educación superior más prestigiosas del viejo continente.

TECNOLOGÍA: Cuestionario Evaluativo.
2014.

5. **Jorge Núñez Jover**, *La Universidad y sus compromisos con el conocimiento, la ciencia y la tecnología.*: p. 1-10.

6. **Jorge Núñez Jover**, *Conocimiento académico y sociedad. Ensayos sobre política universitaria de investigación y posgrado.* 2010, La Habana: Editorial UH.

7. **PCC**, *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución.* 2011: p. 21-22.

Memorias del 33º Congreso Latinoamericano de Química (33-CLAQ) y X Congreso de Ciencias Químicas, Innovación y Tecnología (QUIMICUBA'2018)

Noticias

Loreley Morejón Alonso

**Departamento de Química General e Inorgánica
Facultad de Química, Universidad de La Habana**

lmorej@fq.uh.cu



El congreso...

En el pasado año del 9 al 12 de octubre se celebró en La Habana el 33º Congreso Latinoamericano de Química (33-CLAQ) y el X Congreso de Ciencias Químicas, Tecnología e Innovación (QUIMICUBA'2018). Dicha reunión se llevó a cabo en nuestro país a propuesta del presidente saliente de la Sociedad Cubana de Química, Luis A. Montero, quien realizara la propuesta en la cita anterior durante la reunión de las Federaciones Latinoamericanas de Asociaciones Químicas (FLAQ) en Concepción, Chile, organizador del evento anterior. Este congreso se celebra por segunda vez en nuestro país ya que en el año 2006 tuvo lugar el XXVII CLAQ en el Palacio de las Convenciones de la capital del país.

Desde inicios del 2017 se comenzó a organizar esta gran cita de carácter internacional teniendo en cuenta que los organizadores serían un pequeño grupo de profesores e investigadores de diferentes centros de la Educación Superior del país y que además se esperaba una gran concurrencia de científicos de Latinoamérica y de otras regiones del mundo que prestigiarían el evento cumbre no sólo de la FLAQ, sino también de la Sociedad Cubana de Química.

Se organizaron 13 comisiones científicas y dos Simposios Internacionales: el *V Simposio de Bioquímica y Biología Molecular* y el *Simposio de Materiales para Bioingeniería y Nanomedicina*, ambos con gran aceptación por parte de los participantes. Por otro lado, la conferencia inaugural estuvo a cargo del Premio Nobel de Química 2016 Dr. Jean-Pierre Sauvage y se realizaron tres conferencias magistrales a cargo de prestigiosos científicos de nivel mundial y una conferencia de clausura a cargo del Dr. Vicente Vérez, principal autor de la primera vacuna sintética contra el *Haemophilus influenzae* tipo B.

Inicialmente se esperaba la participación de aproximadamente 1000 participantes; sin embargo, la realidad superó las expectativas cuando se recibieron inicialmente 1131 trabajos y fueron presentados en el evento 965 trabajos además de acreditarse unos 1100 delegados de 32 países. Después de Cuba (515 participantes), la mayor delegación fue la de Colombia (93), seguida por la de México (60) y Chile (58). La distribución de participantes por sesiones, así como la distribución geográfica de los participantes pueden verse en las Figuras 1 y 2.

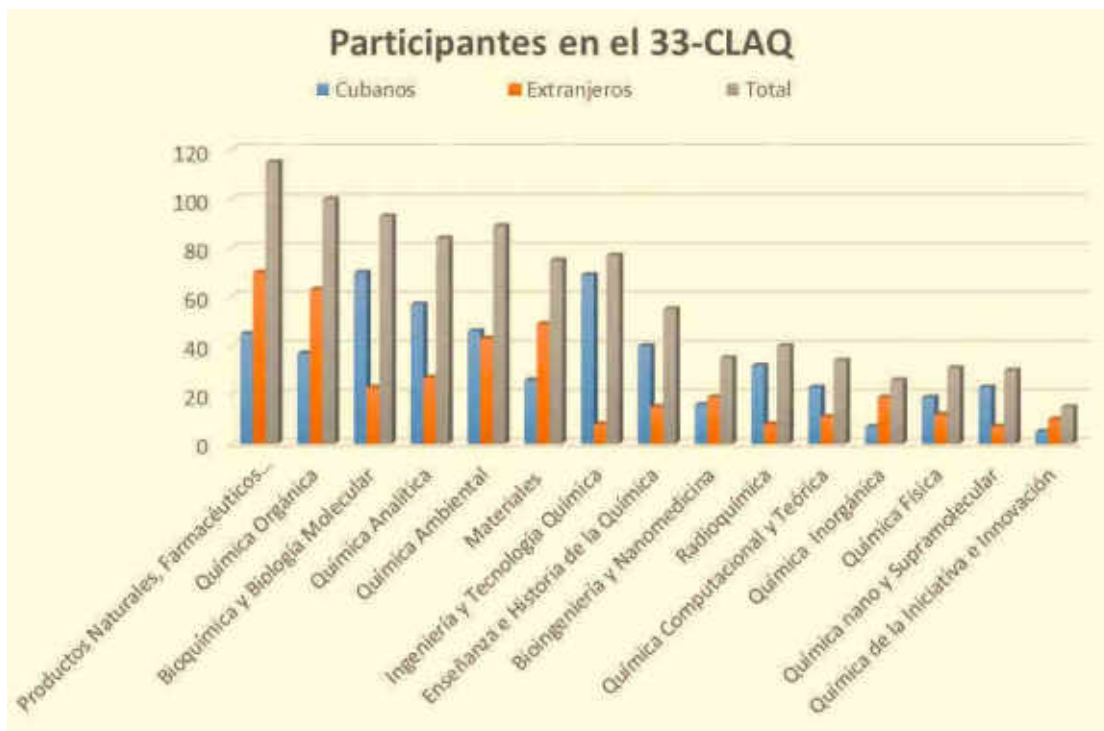


Figura 1. Número total de participantes desglosado por delegados nacionales y extranjeros según la comisión



Figura 2. Países participantes en el Congreso Latinoamericano de Química y % de participación

En 14 de las comisiones que sesionaron durante el congreso debido a la gran cantidad de trabajos presentados fue necesario realizar varias sesiones orales y derivar un gran número de trabajos a la sesión de póster (Figura 3). La comisión de mayor participación fue la de Productos Naturales, Farmacéuticos y Alimentos debido a la gran variedad de temas que abarcaba la misma; sin embargo, otras comisiones como Orgánica; Bioquímica y Biología Molecular; Analítica; Ambiental y Materiales evidenciaron el gran interés de la

comunidad científica por estos temas de investigación dada la alta participación de delegados nacionales e internacionales. Cabe señalar que, en el caso de las comisiones de Enseñanza e Historia de la Química e Ingeniería y Tecnología Química la mayor participación fue de delegados nacionales, destacando así el atractivo que tienen estas dos áreas en nuestro país y la necesidad de atraer a un mayor número de científicos foráneos para próximas ediciones.

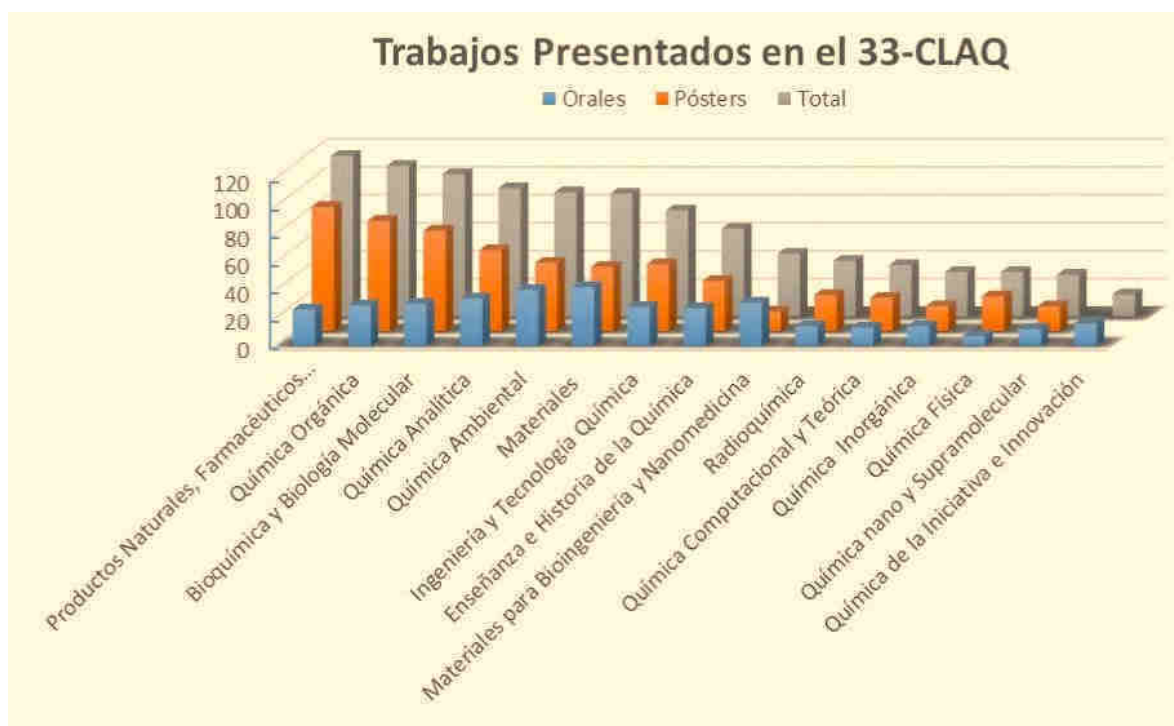


Figura 3. Número de trabajos presentados en el Congreso Latinoamericano de Química y Distribución de presentaciones orales y póster por sesión



Sesión Plenaria General con el Prof. Alessandro Gandini y Discusión de Pósters

Otros datos de interés...

Durante el congreso, la Organización para la Prohibición de la Armas Químicas (OPCW) estuvo presente mediante el Presidente de su Consejo Científico Asesor Christopher Timperley (Defence Science and Technology Laboratory, Inglaterra) y uno de sus miembros Zrinka Kovarik (Institute for Medical Research and Occupational Health, Croatia). El Dr Timperley ofreció una conferencia relacionada con el trabajo de la OPCW titulada “*Chemistry and diplomacy: the work of the scientific advisory board of the organisation for the*

prohibition of chemical weapons” en la cual se compartieron documentos y materiales didácticos acerca de la Convención de Armas Químicas y que fueron de gran interés de los delegados. Además, ambos miembros participaron como ponentes en el V Simposio de Bioquímica y Biología Molecular.

Por otra parte, es necesario destacar la inclusión por vez primera dentro del **Congreso de la Sociedad Cubana de Química** de una sección dedicada a la Radioquímica donde se presentaron trabajos de investigación relacionados con las diversas ramas de la

Radioquímica tales como radiofarmacia, radioanalítica, y la aplicación de técnicas nucleares en el análisis de materiales, determinación de contaminantes, entre otros. En dicha sesión participó el profesor Tatsuo Ido, descubridor de la 18F-fluordesoxiglucosa (18F-FDG) sustancia que ha revolucionado el diagnóstico de enfermedades cancerígenas y se impartió el curso pre-congreso **Positron Emission Tomography: Technology and Applications** por un grupo de profesores extranjeros y cubanos encabezados por el profesor Antony Gee del King's College London. Dicha tecnología, llamada **PET** por sus siglas en inglés, permite obtener imágenes y cuantificar los parámetros metabólicos y fisiopatológicos propios del tejido neoplásico y ha sido implementada en tres en hospitales del Sistema de nuestro país por lo cual el curso

revistió de gran importancia al fomentar la formación de recursos humanos en dicha área.

El premio Nobel y los Miembros de Honor de la SCQ...

Como invitado de honor, el evento contó con la participación del Profesor Dr Jean Pierre Sauvage de la Universidad de Estrasburgo, Francia, quien realizó la apertura del congreso con la conferencia magistral “*Molecular machines in Biology and Chemistry*”, trabajo por el cual fuera galardonado junto a dos colegas con el Premio Nobel de Química 2016. El profesor Sauvage en su primera visita a Cuba, intercambió con estudiantes y profesores de la Universidad de la Habana y se mostró en todo momento sumamente feliz y complacido de haber recibido la invitación para participar en dicha reunión científica.



El profesor Jean Pierre Sauvage junto a un grupo de estudiantes y compartiendo con parte del Comité Organizador del 33-CLAQ

Según palabras del professor Sauvage: “*The meeting itself was great in many respects and I was happy to meet with so many young scientists and students whom I never had the opportunity to interact with before my visit. Of course, senior scientists were also very important in terms of interaction. I also wanted to congratulate the organizing committee for their great work. Daniel Garcia Rivera and his colleagues were very kind and helpful. No doubt that I keep great memories from my visit*

in all respect: scientific and private contacts as well as the discovery of a country which, I believe, is promised to a great future”

Durante el evento también se les otorgó la condición de Miembros de Honor de la Sociedad Cubana de Química a los profesores Alessandro Gandini y Michael Seeger Pfeiffer por sus contribuciones al desarrollo de la Química y la Bioquímica respectivamente en nuestro país. El profesor **Gandini** durante su

estancia en Cuba,¹ dirigió el laboratorio de Polímeros en el Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) y fundó el Grupo de Polímeros de la Universidad de La Habana. Bajo su tutela se defendieron las tres primeras tesis de doctorado de la Universidad de La Habana en el país y su contribución a la confección de los Planes de Estudio de la carrera de Química fue de inestimable valor. Aún desde fuera del país, ha mantenido contacto durante todos estos años con los químicos cubanos brindando su experiencia y ayuda desinteresada. Por otro lado, el profesor **Seeger**, como coordinador de la Red Iberoamericana RIABIN, ha propiciado y

participado en la organización en Cuba de tres cursos internacionales en diferentes áreas de la bioquímica y biología molecular de los cuales se han beneficiado una gran cantidad de estudiantes de posgrado de la Universidad de La Habana. Igualmente, ha sido promotor de la colaboración e intercambio entre las universidades pertenecientes a la Red RIABIN y la Universidad de La Habana y otros centros de investigación como el Centro de Bioplasmas, UNICA, CIGB, CIM etc., desplegando en esta labor y en otras ligadas a su profesión, un elevado entusiasmo, rigor profesional, dedicación, esfuerzo y solidaridad con Cuba.



Entrega de la condición de Miembro de Honor de la Sociedad Cubana de Química por el Presidente de la SCQ a los profesores Alessandro Gandini (Izquierda) y Michael Seeger (Derecha).

Los premios al mejor Póster...

Como parte de la colaboración entre la Sociedad Cubana de Química y la Sociedad Americana de Química (ACS), la editora en jefe de la revista *Chemical & Engineering News* (c&en), Bibiana Campos-Seijo, en nombre de la ACS realizó la premiación en

metálico de los mejores pósteres presentados en cada sesión. De igual forma, participó en la reunión de la Federación Latinoamericana de Química como parte de las acciones de integración entre la FLAQ y la ACS y publicó una reseña sobre sus impresiones del evento en la revista c&en²

¹ Alessandro Gandini, de nacionalidad italiana, se desempeñó como profesor de Química Física en la Universidad de La Habana durante el periodo de 1968-1976.

² Ud puede acceder a dicho artículo en el siguiente link <https://cen.acs.org/acs-news/acs-meeting-news/Chemists-gathered-33rd-Latin-American/96/i42>



Bibiana Campos entregando el Premio al Mejor Póster a dos de los premiados: Oridayma Tarano (Izquierda) y Javier Taboada (Derecha)

Los trabajos y autores premiados fueron:

Tabla 1. Trabajos premiados durante el Congreso Latinoamericano de Química

Primer Autor	Título	Comisión	Institución
Katia González	<i>Procesos avanzados de oxidación en la remediación ambiental. Degradación de la ciprofloxacina en aguas residuales</i>	Ambiental	Universidad Tecnológica de la Habana, Cuba
Javier Taboada	<i>Análisis cuantitativo de fármacos: detección mediante técnica de imágenes.</i>	Analítica	Universidad de La Habana, Cuba
Laura Rivera	<i>Bufoadienolides isolated from peltophryne fustiger (amphibia: bufonidae) are potent and selective inhibitors of the membrane-bound neutral aminopeptidase n</i>	Bioquímica	Universidad de La Habana, Cuba
Oridayma Tarano	<i>Evaluation of the thermal- mechanical properties of light-cured dental composites</i>	Bioingeniería	Universidad de La Habana, Cuba
Juan M. Arrechea	<i>Actividades prácticas para el desarrollo de una cultura científica en la unidad "composición química de la materia viva" del programa Biología 4 del preuniversitario cubano</i>	Enseñanza	Universidad de Ciencias Pedagógicas, Cuba
Ana Ibis Paz	<i>Evaluación de mejoras tecnológicas en el paso de renaturalización del interferón gamma humano recombinante</i>	Ingeniería	Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, Cuba.
Alberto Aragón	<i>Preparation and antibacterial activity of rare earths coordination compounds containing benzimidazole-based ligands</i>	Inorgánica y Supramolecular	Universidad del Valle, Colombia
Erlen Y. Cruz	<i>Sulfonic acid-functionalized mesoporous silica: valorization of biomass-derived compounds to alquil levulinate</i>	Materiales	Universidad de La Habana, Cuba
Julián Barrera	<i>A perinaphthenone based fluoroionophore for the detection of HG2+ via turn-on fluorescence. Design, synthesis and mechanistic studies</i>	Orgánica	Universidad de Antioquia, Colombia
Fabiola A. López	<i>Hopanos de Cnidoscopus spinosus y su bioactividad.</i>	Productos Naturales	Universidad Nacional Autónoma de México, México
Ileana Durán	<i>Glucose starvation as cancer treatment: thermodynamic point of view</i>	Química Física, Teórica y Computacional	Facultad de Ciencias Médicas Manuel Fajardo, Cuba
Pilar A. Morgado	<i>Radiomarcación del anticuerpo monoclonal CIMABior con 90Y</i>	Radioquímica	Instituto de Ciencia y Tecnología Aplicadas, Cuba

La Asamblea de la FLAQ y la Presidencia Pro-Témpore de la organización...

Como organizadores del 33º Congreso Latinoamericano de Química y según lo estipulado en los Estatutos de la FLAQ, Cuba asumirá la presidencia pró-témpore de la organización hasta la próxima edición que se celebrará en el 2020 en Cartagena de Indias,

Colombia y que será asumida por la Sociedad Colombiana de Química (SoColQuímica). Como es habitual, el presidente de la organización realiza el traspaso de la presidencia mediante la entrega de la Bandera de la FLAQ y la Lámpara de la Sabiduría al próximo presidente Daniel García, elegido durante la Asamblea que sesionó durante el congreso.



El presidente pro-témpore de la Federación Latinoamericana de Química Daniel García recibiendo la Lámpara de la Sabiduría, símbolo de la FLAQ, de manos del Presidente Saliente Eduardo Ulloa (Chile)

En la asamblea de la FLAQ este año participaron representaciones de las Asociaciones Químicas de Cuba, Perú, Puerto Rico, Brasil, Chile y el recién incorporado Colegio Panameño de Químicos. También estuvieron presentes los consejeros de la organización y algunos invitados como Javier García (Miembro del Comité Ejecutivo de la

IUPAC),³ Alejandra Palermo (Directora de Innovación de la Royal Society of Chemistry) y Bonnie Charpentier (Presidenta electa de la ACS-2019). Los principales temas de discusión estuvieron dirigidos a estrechar relaciones entre todas las sociedades químicas de la región y trabajar para lograr la integración latinoamericana.



Foto oficial de los participantes en la Asamblea de la FLAQ

³ Impresiones del Representante de la IPUAC sobre el 33º CLAQ en la Revista *Chemistry International*

<https://www.degruyter.com/view/j/ci.2019.41.issue-1/ci-2019-0123/ci-2019-0123.xml?format=INT>

Entre ²⁹Cu ba y ⁹⁴Pu erto Rico hay ⁵B uena
Quími ²⁰Ca ...

Durante el congreso nos visitó una amplia delegación del Colegio de Químicos de Puerto Rico (CQPR) cuyo objetivo no era solamente intercambiar con los científicos de todo el mundo durante el evento, sino fortalecer las relaciones entre ambas sociedades científicas y conocer sobre las motivaciones de los jóvenes por el estudio de la carrera de Licenciatura Química en nuestro país. Por tal motivo, parte de la Junta Directiva del CQPR visitó la Facultad de Química de la Universidad de La Habana e intercambió con estudiantes de primer año de la carrera indagando sobre los desafíos del estudio de la Química en nuestro país, planes de estudio, posibles ubicaciones laborales una vez graduados, formación de posgrado etc. Durante la visita, la delegación realizó donaciones de material de oficina para estudiantes y medios para la docencia de la Facultad, material de protección para los laboratorios docentes y pullovers diseñados especialmente para la ocasión con el logo del evento y resaltando la amistad entre ambas islas. Al finalizar la visita a la facultad, el decano de la facultad ofreció un recorrido por el recinto histórico de la Universidad de La Habana.



El Presidente de la Sociedad Cubana de Química: Dionisio Zaldívar, junto al Presidente del Colegio de Químicos de Puerto Rico: Juan Santiago y dos miembros de la delegación de Puerto Rico en la visita a la Facultad de Química de la Universidad de La Habana

Agradecimientos

Al Comité Organizador y el Comité Científico del **33º Congreso Latinoamericano de Química y X Congreso de Ciencias Químicas, Innovación y Tecnología** quienes trabajaron arduamente y de forma desinteresada para llevar adelante esta gran reunión de amigos.

¡Enhorabuena 33-CLAQ!

Festival de la Clase Félix Varela, II Edición en la Universidad de La Habana

Noticias

Marcos Muñoz Arias

**Estudiante 5^{to} año de Licenciatura en Química
Facultad de Química, Universidad de la Habana**

mmunnoz@estudiantes.fq.uh.cu



Estudiantes del movimiento de alumnos ayudantes *Frank País* de la Federación Estudiantil Universitaria (FEU), reafirman su papel en el mejoramiento del proceso docente educativo universitario y de la enseñanza en general. A más de 59 años de fundado; los estudiantes que lo conforman participan activamente en la preparación de personal calificado. Su trabajo activo en el apoyo a la docencia en las universidades, así como a las instituciones del Ministerio de Educación a través de la tarea Educando por amor, muestra el interés de los estudiantes universitarios por mejorar la calidad de la enseñanza.

Un indicador de la actividad que desarrollan este grupo de jóvenes universitarios en el proceso educativo lo constituye el Festival de la Clase, evento abierto a la participación de todos los miembros de la organización. Tiene como objetivo constatar el desarrollo de habilidades y cualidades logradas por los estudiantes universitarios según lo establecido en el modelo del profesional de cada carrera y los conocimientos adquiridos en las tareas educacionales desarrolladas por los miembros de la organización.¹



*Acto de Clausura del Festival de La Clase en la Universidad De La Habana.
Cortesía de la Dirección de Comunicación Universidad de la Habana.*

En la VI edición que se desarrolla desde noviembre 2018 a nivel de facultades, y la segunda en la que participa la Universidad de La Habana, se constataron avances significativos con respecto a la primera ocasión en que los estudiantes de esta institución se integran al festival. La participación en cuanto a trabajos presentados

a nivel de facultad y de universidad duplicó sus números, así como el nivel de las presentaciones de los alumnos ayudantes, a criterio de la Directora de Formación de Pregrado Dra. Alina Forrellat Barrios,² dirección encargada de la evaluación académica del evento. Para Rubén A. Parra Cabrera, participante en las dos ediciones,

estudiante del tercer año de la carrera de Licenciatura en Química y alumno ayudante del Departamento Química General e Inorgánica, el festival es en primer lugar un espacio para dar a conocer y premiar el trabajo metodológico, en ocasiones muy valioso, que desarrollan los alumnos ayudantes en distintas áreas del conocimiento; además de una oportunidad única para someter sus habilidades docentes a una crítica especializada en pedagogía y metodología, a la vez que provee un foro de debate e intercambio sobre experiencias e ideas novedosas.

En esta ocasión, un número significativo de los trabajos constituían propuestas de clases en el marco de la implementación de nuevo plan de estudios E, por el que transitan la mayoría de las carreras de la casa de altos estudios.



Estudiante Rubén A. Parra Cabrera, premiado en las dos ediciones. Cortesía de la Dirección de Comunicación Universidad de la Habana.

En el evento a nivel de Universidad de la Habana desarrollado el 16 de enero 2019, los trabajos relacionados con las Ciencias Químicas y afines se encontraban incluidos en una de las comisiones de Ciencias Naturales y Matemáticas. En esta comisión se presentaron 12 trabajos de estudiantes de las carreras de Licenciatura Química, Biología, Bioquímica y Biología molecular, Radioquímica, Farmacia y Alimentos, seleccionados de los eventos de base. La implementación de novedosos programas de cómputo en el estudio básico de la estructura, propiedades y función biológica de las proteínas, la introducción de métodos participativos en clases de compuestos de coordinación que interrelacionen materias como química inorgánica, espectroscopia y la

química de materiales resaltando su aplicabilidad, el estudio de métodos colorimétricos de análisis mediante aplicaciones prácticas de cuantificación de proteínas; o explicar las propiedades físicas y químicas de los compuestos de coordinación aplicando los modelos de la Teoría de Orbitales Moleculares teniendo en cuenta el nivel de complejidad con que este contenido puede impartirse a estudiantes de segundo año de la carrera de Química en el Plan de estudios E; son algunas de las ideas allí expuestas. Propuestas dirigidas a qué enseñar y en qué momento hacerlo; basadas en la actualización de los contenidos y fundamentos metodológicos, en medio del reto que presupone la formación de un profesional en un menor tiempo lectivo.

Fueron premiados de la comisión de Ciencias Naturales y Matemáticas los estudiantes: Marcos Muñoz Arias (*Premio Relevante*), Rubén Alejandro Parra Cabrera (*Premio Destacado*) y Álvaro Lagar Sosa (*Mención*) y José Rafael Rodríguez Rodríguez (*Mención*); todos de la Facultad de Química.



Estudiantes premiados en la Comisión de Ciencia Naturales y Matemáticas II. Cortesía de la Dirección de Comunicación Universidad de la Habana.

La IV edición del Festival de la Clase a nivel nacional convocada para el 1 de marzo de 2019 en la Universidad Central de Las Villas Martha Abreu; creará un espacio propicio para la divulgación de ideas dirigidas al mejoramiento de nuestro modelo de enseñanza aprendizaje. Donde jóvenes universitarios llegaron a presentar un resultado de la

combinación de lo aprendido y lo ingeniado, conscientes de que; en palabras del Dr. Eusebio Leal Spengler: *“el tema de fondo de la clase, estriba aquel principio de que nadie da lo que no tiene. Para uno poder transmitir a otros necesita poseer el conociendo. Cuando se tiene conocimiento y se comparte, se multiplica”*.²

REFERENCIAS

1. Convocatoria Oficial Festival de la Clase, FEU, Universidad de la Habana, noviembre 2018.
2. www.uh.cu/noticia/lo-mas-util-es-enseñar. web Universidad de La Habana.

Grupo Científico Estudiantil: reactor de jóvenes investigadores

Noticias

Juan Pablo Figueroa Macías

**Estudiante de 3^{er} año, Facultad de Química
Universidad de La Habana**

jpfigueroa@estudiantes.fq.uh.cu



A pesar de que nuestra facultad se destaca por los resultados investigativos de sus profesionales y estudiantes, no existía una entidad, por la parte estudiantil, encargada de centralizar y promocionar las actividades científicas ni de ventilar las necesidades de nuestros investigadores. Esto provocó que muchos estudiantes dependieran de los tutores y sus “contactos” para participar en eventos científicos de las distintas categorías. No había una competencia pareja a la hora de luchar por los ansiados puntos para el mérito científico. Con la creación de nuestro Grupo Científico Estudiantil (GCE) pretendemos dar un giro a esta situación e impulsar la formación de investigadores más integrales contando con el apoyo de todo el estudiantado.

El pasado día 5 de diciembre de 2018 en presencia del secretariado de la FEU de nuestra facultad, del vicedecano de investigación: Dr.C. Alicia Díaz García y una representación de los estudiantes investigadores, el GCE de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana (FQ-UH) fue constituido.

¿Qué somos y qué perseguimos?

Este es un grupo asesor de la dirección de la FEU a cada nivel, engendrado a partir de acuerdos tomados desde el séptimo congreso, replanteado en el octavo y materializado luego de un noveno encuentro de las juventudes

universitarias. Tiene como objetivo propiciar de forma sistemática el análisis de temas de interés para el desarrollo científico, tecnológico y docente, estimulando el desarrollo de la actividad investigativa en los universitarios, incluyendo la organización y promoción de los eventos científicos y los Fórum Nacionales.

Tratamos de agrupar a todos los jóvenes investigadores, ayudar a su formación científica y a la divulgación de sus trabajos. Pretendemos que nuestros estudiantes vean materializados sus intereses como investigadores en una entidad que los representa. En una entidad que es la encargada de organizar intercambios estudiantiles y fórums científicos, todos ellos coronados por la Jornada Científica de la FQ-UH y el Fórum Científico de la UH. Además, somos encargados, en parte, de garantizar la formación vocacional de nuestros estudiantes a través de la organización de visitas a centros afines al perfil de nuestra carrera y/o conferencias donde se dé a conocer qué se hace en dichos centros y qué le ofrece a un investigador para desarrollar su trabajo.

¿Quiénes lo integran?

Como se planteó en los acuerdos del congreso, el grupo lo integran todos los estudiantes investigadores. En otras palabras, todo el estudiantado de nuestra facultad,

atendiendo a que nuestro perfil profesional es principalmente investigativo. El grupo estará presidido por el responsable de docencia e investigación del secretariado de la FEU de la FQ-UH que este ejerciendo en ese momento. Este presidente rinde cuentas a la denominada *comisión permanente*, la cual está integrada por el presidente de la FEU de la FQ-UH, el profesor asesor y los jefes de brigada, cada uno con dos estudiantes más que fueron seleccionados dentro de las propias brigadas por sus actitudes frente a la actividad investigativa. Dicha comisión permanente quedó constituida de la siguiente forma:

Miembro (cargo)	Año
Juan Pablo Figueroa Macías (Presidente del GCE)	3ro
Fernando Bordallo León (Presidente de la FEU-FQ)	4to
Yadiel Vázquez Mena (Jefe de brigada 5to. año)	5to
Álvaro Lagar Sosa	5to
Carlos Javier Hernández Sampedro	5to
Daniel Platero Rochart (Jefe de brigada 4to. año)	4to
Lorenzo Daniel García	4to
Gabriel Rafael Porras	4to
Rubén A. Parra Cabrera (Jefe de brigada 3er. año)	3ro
Luis A. Osoria Alfonso	3ro
Laura García Rodríguez	3ro
Waldo Salgado Bello (Jefe de brigada 2do. año)	2do
Javier Emilio Alfonso Ramos	2do
Liván Borrego Camejo	2do
José Rafael Rodríguez Rodríguez (Jefe de brigada 1er. año)	1ro
Griela María Águila Álvarez	1ro
Tomás Castro Cázares	1ro

En cuanto al profesor asesor será el vicedecano de investigación en funciones. En la fecha de creación ejercía la Dr.C. Alicia Díaz García que en el presente mes de enero le cederá el cargo a la Dr.C. Yamila Verdecia. De estos miembros permanentes, el presidente y otro estudiante, elegido por la comisión permanente de la FQ-UH, serán integrantes de la comisión permanente del GCE a nivel de Centro de Educación Superior (CES), con el fin de representar los intereses de nuestra Facultad a nivel de UH.

Perspectivas futuras

Tenemos que trabajar en la consolidación de nuestro grupo. Hemos de lograr la mayor integración de nuestros miembros en la organización de actividades de la esfera investigativa para lograr desarrollar eventos de mayor calidad y con un nivel cada vez superior. A pesar de que nuestras mayores perspectivas van dirigidas hacia la Jornada Científica Estudiantil (JCE) de nuestra Facultad y hacia el fórum de ciencia de la UH, debemos prestar atención, también, a otros eventos que se desarrollan a lo largo del curso y proponer la realización de actividades de formación vocacional, algo que aún es muy débil en la FQ-UH.

A nuestro criterio, hemos creado una célula de gran importancia para el trabajo investigativo estudiantil. No obstante, ahora solo se trata de hacerla funcionar y optimizar ese funcionamiento. Se trata de ganarse la confianza de todos los estudiantes y profesores de nuestra institución. Este reto ya lo estamos enfrentando con la organización de la Feria de Ciencias de la UH en el mes de febrero y con el comienzo de las primeras etapas organizativas de la JCE 2019, la cual estará dedicada al 150 aniversario de la creación de la Tabla Periódica de los Elementos, al centenario de la IUPAC y a los profesores Francisco Coll Manchado y Raúl Mocoello Castell.



La Federación Estudiantil Universitaria, el Vicedecanato de Investigación y Postgrado de la Facultad de Química y el Grupo Científico Estudiantil convocan a participar en la Jornada Científica Estudiantil 2019 (JCE), que se celebrará los días 7, 8 y 9 de mayo. Su principal objetivo es contribuir a difundir las investigaciones de los estudiantes universitarios y fomentar el desarrollo del Movimiento Científico Universitario de la FEU.

Aprovechando que el 2019 genera un marco festivo para todos los químicos alrededor de todo el mundo por el 150 aniversario de la creación de la Tabla Periódica de los Elementos y el centenario de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), nos hemos querido sumar a esta celebración mundial, dedicando la JCE a estos memorables acontecimientos. La queremos dedicar también a dos grandes profesores de nuestra Facultad que con un derroche enorme de talento han hecho grandes aportes a la ciencia cubana y de nuestra universidad; dos profesores que le han contribuido a elevar cada vez más el nombre de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana. Vaya dedicada la JCE al Dr. Francisco Coll Manchado y al Dr. Raúl Mocoello Castell.

Participación y Comisiones

Podrán participar todos los estudiantes de la Facultad de Química, así como estudiantes de otras facultades de la UH y estudiantes que investiguen en temas afines a la química de otras Universidades del país que estén interesados en exponer su trabajo en nuestras comisiones. Los trabajos no tendrán límite en el número de autores, aunque solo se aceptará un ponente.

Comisiones de Trabajo

1. Química Orgánica
2. Química Física
3. Química Inorgánica
4. Química Analítica y Medio Ambiente
5. Ciencia de los Materiales
6. Revisión Bibliográfica
7. Química teórica y computacional
8. Historia de la Química
9. Enseñanza de la Química
10. Defensa Nacional (vinculada a la Química)
11. Inglés (vinculada a la Química)
12. Economía Política (vinculada a la Química)
13. Presentación de poster

Para la apertura de cada una de estas comisiones se requerirá de un mínimo de cinco trabajos y en casos de que se excedan los

quince trabajos para una misma comisión se valorará la posibilidad de abrir una segunda comisión dedicada a la misma especialidad.

En la planilla de inscripción de la Jornada debe indicarse la comisión a la que va destinado el trabajo, aunque el Comité Organizador se reserva el derecho de inscribirlo en otra comisión de acuerdo a la afinidad de la temática del trabajo. En este caso se notificará al participante. Un trabajo podrá incluirse en una única comisión con la única excepción de los trabajos presentados en la comisión de inglés que también podrán presentarse en español.

Sobre la inscripción y ponencia

La planilla de inscripción debe llenarse con letra Arial 11, interlineado sencillo, en formato carta (8.5x11cm o 21.59cm x 27.94 cm y elaborado con procesador de texto Word. Tiene que aparecer toda la información solicitada, o la inscripción no será válida, además no debe exceder más de una página.

A diferencia de años anteriores, este año se ha de entregar una ponencia (electrónica) que tendrá una extensión máxima de 15 cuartillas y no se incluyen la primera página ni los anexos. Tiene que entregarse en formato pdf, página tamaño carta (21.59 x 27.94 cm), tipografía Arial 12, interlineado sencillo y alineación justificada en los párrafos. La estructura a seguir es la siguiente: En la primera página, que no cuenta entre las 15, se incluirá:

- Título: En mayúsculas y negritas. Será lo primero que aparezca
- Nombre y dos apellidos de cada autor y coautor. Facultad de estudios
- Nombre y dos apellidos de los tutores. Grado científico
- Resumen de la ponencia (Extensión máxima de 250 palabras)
- Texto de la ponencia (las 15 páginas se consideran para este punto)

- Introducción. Se expondrán los antecedentes del trabajo y se precisarán claramente sus objetivos.
- Desarrollo. Incluirá los materiales y métodos y resultados obtenidos.
- Conclusiones y Recomendaciones
- Referencias bibliográficas
- Anexos (si existen y no más de 3 páginas)
- Si el trabajo se presentará en la Comisión de Inglés, tiene que cumplirse lo anteriormente expuesto, pero en Idioma Inglés.

Cualquier incumplimiento en este acápite supondrá la invalidez del trabajo para presentarse en el evento.

La planilla de inscripción con los datos, resúmenes y ponencias en formato digital (*.pdf) que se piden han de ser enviadas al correo icequimica.uh@gmail.com antes del **viernes 26 de abril**.

Sobre la exposición de los trabajos y tribunales

Los expositores (**uno solo por trabajo**) dispondrán de 10 minutos para la presentación oral de sus ponencias y 5 minutos adicionales para responder a las preguntas del Tribunal. Se recomienda el uso de una presentación en Power Point.

En el caso de la presentación de posters se dispondrá de 5 minutos para la exposición del mismo.

Los tribunales estarán integrados por dos profesores especialistas y un vocal asignado por el Grupo Científico Estudiantil. Este último tendrá la responsabilidad del ajuste a las reglas expuestas en este documento y tendrá voto a la hora de entregar los premios.

Premiación

Se premiarán los mejores trabajos con las categorías de Relevante, Destacado, Tercer



Lugar y Mención en cada comisión de acuerdo a la cantidad de trabajos presentados. Además, se otorgarán los siguientes premios especiales:

- **Premio José Blanco Prieto** al trabajo de mayor impacto educativo
- **Premio Alzola** al trabajo de mayor trascendencia científica
- **Premio Pereyra** al trabajo de mayor aplicación
- **Premio Víctor Jiménez** al trabajo de mayor importancia biotecnológica
- **Premio de la Cátedra Lomonosov** al trabajo de mayor vinculación con la Química y la Física
- **Sociedad Cubana de Química**
- **IMRE** a su estudiante con el mejor trabajo

Cada comisión entregará una propuesta para los premios especiales y el Gran Jurado (compuesto por los Presidentes de Comisión, una representación de la FEU y el Secretario de Docencia e Investigación) seleccionará el premiado. Estos premios no necesariamente tendrán que coincidir con los premios dados en las comisiones.

Más información

Para obtener más información y/o aclarar dudas contacte con el Secretario de Docencia e Investigación o escriba a los correos jpfigueroa@estudiantes.fq.uh.cu; figueroamaciasjp@gmail.com; jcequimica.uh@gmail.com.

Comité Organizador

estaban presentes en la tabla y aquellos que faltaban. Los elementos de la tabla descubiertos entre 1875 y 1879, que fueron el **galio** y el **escandio**, se encuentran en la tabla; en cambio, el germanio no está en la tabla, y fue descubierto en 1886.

Este documento es muy frágil, y cuando fue encontrado se rompía en trozos debido a su mala conservación, por eso el proceso para restaurarlo fue complicado. Se utilizaron productos químicos como bicarbonato de magnesio para reducir su acidez. Las partes que estaban rotas se repararon con papel japonés de fibra de kozo, una planta utilizada para elaborar papel de calidad alta.



Thomas Purdie (1843–1916)

También se ha hallado en los registros del centro una anotación de 1888 en relación con la compra de una tabla de 1885 por parte del profesor de química Thomas Purdie (1843–1916). Por tanto, se cree que es esta la tabla periódica que encargó Purdie a Viena, y parece ser la única que todavía existe de esa época.

La Tabla periódica que relaciona los elementos químicos con cosas cotidianas

En la página web <https://elements.wlonk.com/ElementsTable.htm> podrás encontrar una versión interactiva de la Tabla periódica de los elementos químicos diseñada por el físico Keith Enevoldsen, que muestra al menos un uso para cada elemento.

En ella puede verse por ejemplo que el tulio es esencial para cirugías con láser, el estroncio para los fuegos artificiales y el americio para los detectores de humo.



Keith Enevoldsen

Dunia Rodríguez Heredia

**Facultad de Ingeniería Química y Agronomía
Universidad de Oriente**

duniarh@uo.edu.cu



Cada año, desde 1901, se concede el Premio Nobel en Física, Química, Fisiología o Medicina, Literatura y Paz. Es otorgado por la Fundación Nobel de Estocolmo, Suecia, y consiste en una medalla, un diploma personal y un premio en metálico.¹

La historia de los Premios Nobel de Química comenzó precisamente en 1901, cuando el científico Jacobus Henricus van't Hoff, de los Países Bajos, lo recibiera por el descubrimiento de las leyes de la dinámica química y de la presión osmótica en disoluciones. A partir de ese momento, un total de 180 científicos han sido galardonados con el Nobel por sus aportes en las distintas ramas de la química, siendo la Química Orgánica la más representada.

En los años 1916, 1917, 1919, 1924, 1933, 1940, 1941 y 1942 no se entregó este premio, en algunas ocasiones por declararse desierto y en otras por la situación de guerra mundial y el exilio obligado de varios miembros del comité de entrega.²

Dentro de los rasgos distintivos del Premio Nobel de Química están:^{1,3,4}

- Frederick Sanger ha sido el único laureado en dos ocasiones, en 1958, en solitario, por su trabajo relacionado con la estructura de las proteínas (especialmente la insulina) y en 1980, junto a otros dos científicos, por sus contribuciones a la determinación de secuencias de bases en los ácidos nucleicos;



Frederick Sanger

- Marie Curie no solo fue la primera mujer en alcanzar un Premio Nobel, ha sido la única mujer que ha recibido este galardón dos veces: en el campo de la Física en 1903 y en el de la Química en 1911. Además es la única científica que ostenta el Premio Nobel en dos disciplinas científicas diferentes. Su Premio Nobel de Química se le otorgó por el descubrimiento del radio y el polonio;



Marie Skłodowska Curie

- El dúo Marie-Irène es la única pareja de madre-hija galardonada con este premio;



Marie Curie junto a su hija Irène Joliot-Curie en el Instituto del Radio de París

- El bioquímico Linus Pauling ganó, además del Nobel de Química en 1954 (por sus investigaciones sobre la naturaleza del enlace químico), el de la Paz en 1962 (en reconocimiento por sus esfuerzos por buscar un tratado de proscripción de pruebas nucleares). Además, es la única persona galardonada con dos Premios Nobel sin compartirlo con alguien más;⁵



Linus Carl Pauling

- Marie Curie, Frederick Sanger y Linus Pauling han sido los únicos galardonados en dos ocasiones, una de las cuales, al menos, ha sido el Nobel de Química;
- Los países más representados han sido Estados Unidos, Alemania y Reino Unido, con 65, 30 y 26 laureados, respectivamente;
- La Química Orgánica ha sido el campo de la Química más representado en los Premios Nobel;
- De América Latina solo aparecen representados en estos premios los países de Argentina y México, gracias al quehacer científico de Luis F. Leloir, en 1970 y de Mario J. Molina, en 1995, respectivamente. Leloir recibió el premio en solitario por su descubrimiento de nucleótidos sacáridos y su

papel en la biosíntesis de carbohidratos mientras que Molina y otros dos científicos, por su trabajo en la química de la atmósfera, particularmente en lo que respecta a la formación y desintegración del ozono;

- Hasta el 2018 solo 5 mujeres han ganado el Premio Nobel de Química. En contraposición, un total de 175 hombres lo han recibido;
- De las 5 mujeres que han sido galardonadas, solo 2 recibieron el premio en solitario: Marie Curie y Dorothy Crowfoot. Las otras tres féminas lo recibieron con sus colegas hombres y aparecen por lo general precedidas por ellos, pues el primer término estaba reservado a sus maridos o colegas predecesores;
- Cuatro de las galardonadas: Marie Curie, Dorothy Crowfoot, Ada E. Yonath y Frances Hamilton, han podido pronunciar un discurso en la ceremonia de entrega del Nobel, siendo Marie Curie la primera mujer en pronunciar el discurso en ocasión de la entrega del Nobel de Química en 1911, pues no tuvo la oportunidad de hacerlo cuando obtuvo el Nobel de Física en 1903;
- Tres miembros de la familia Curie han recibido el Premio Nobel de Química: Marie Curie, Irène y su esposo Frédéric Joliot. Precisamente los Curie son la familia más exitosa de los Premios Nobel;
- Frédéric Joliot es hasta la fecha, la persona más joven en recibir el Nobel de Química, tenía 35 años cuando fue galardonado junto con su esposa Irène Joliot-Curie por sus síntesis de elementos radiactivos;⁵



Frédéric Joliot

- El laureado más longevo fue John B. Fenn, quien tenía 85 años cuando recibió el reconocimiento en 2002 por el desarrollo de métodos para la identificación y análisis estructural de macromoléculas biológicas;⁵



John B. Fenn

- La medalla que reciben los laureados con el Nobel de Química fue diseñada por el escultor y grabador sueco Erik Lindberg y representa la naturaleza en forma de una diosa que asemeja a Isis, la cual emerge de las nubes, sosteniendo en sus brazos un cuerno de la abundancia. El velo que cubre la cara fría y austera es sostenida por el genio de la Ciencia;⁵



Medalla que reciben los ganadores del Nobel de Química

- El premio se ha entregado en 63 ocasiones a un solo laureado, 23 veces ha sido compartido por dos y 24 veces por tres.⁵ Dos laureados con el Nobel de Química tuvieron que rechazar el galardón cuando Adolfo Hitler les prohibió recibir el premio, se trata de los alemanes Richard Kuhn en 1938 (quien lo recibiera por su trabajo en carotenoids y vitaminas) y Adolf Butenandt en 1939 (por su trabajo relacionado con las hormonas sexuales). Posteriormente pudieron obtener el diploma y la medalla que los reconoce como laureados, pero no recibieron el dinero correspondiente por el galardón ya que si no se recoge en el momento pasa a los fondos del siguiente año.⁵



Richard Kuhn



Adolf Butenandt

En la Figura 1 se presentan a las mujeres ganadoras del Premio Nobel de Química hasta el 2018.



Figura 1. Las 5 mujeres ganadoras del Premio Nobel de Química hasta 2018. De izquierda a derecha: Marie Curie (en 1911), Irène Joliot-Curie (en 1935), Dorothy Crowfoot Hodgkins (en 1964), Ada E. Yonath (en 2009) y Frances Hamilton Arnold (en 2018).

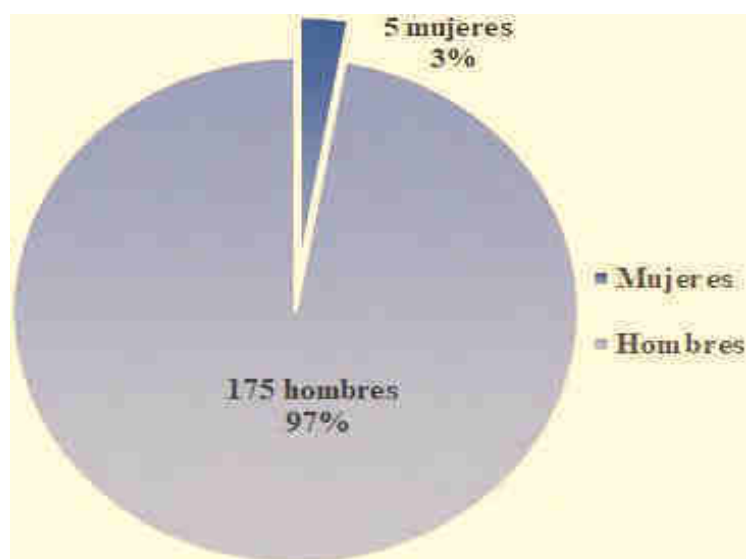
En la Tabla 1 se presentan, por décadas, la cantidad de mujeres y de hombres que han recibido este galardón, para un total de 180 científicos premiados hasta el 2018.

En la Figura 2 se presenta la posición, con respecto a los hombres, que ocupan las mujeres que han obtenido el Premio Nobel de Química. Solo el 2,77% de los premiados han sido mujeres.

Tabla 1. Cantidad de mujeres y de hombres que han obtenido el Premio Nobel de Química.

<i>Década</i>	<i>Cantidad de mujeres</i>	<i>Cantidad de hombres</i>	<i>TOTAL</i>
1901-1910	-	10	10
1911-1920	1	7	8
1921-1930	-	10	10
1931-1940	1	11	12
1941-1950	-	11	11
1951-1960	-	13	13
1961-1970	1	14	15
1971-1980	-	17	17
1981-1990	-	19	19
1991-2000	-	20	20
2001-2010	1	24	25
2011-2018	1	20	21
<i>TOTAL</i>	5	176-1* = 175	181-1* = 180

*Se restó uno pues Frederike Sanger recibió el Premio en dos ocasiones, para no repetir el número de hombres que han sido galardonados.

**Figura 2.** Posición de las mujeres que han alcanzado el Premio Nobel de Química desde 1901 hasta 2018.

REFERENCIAS

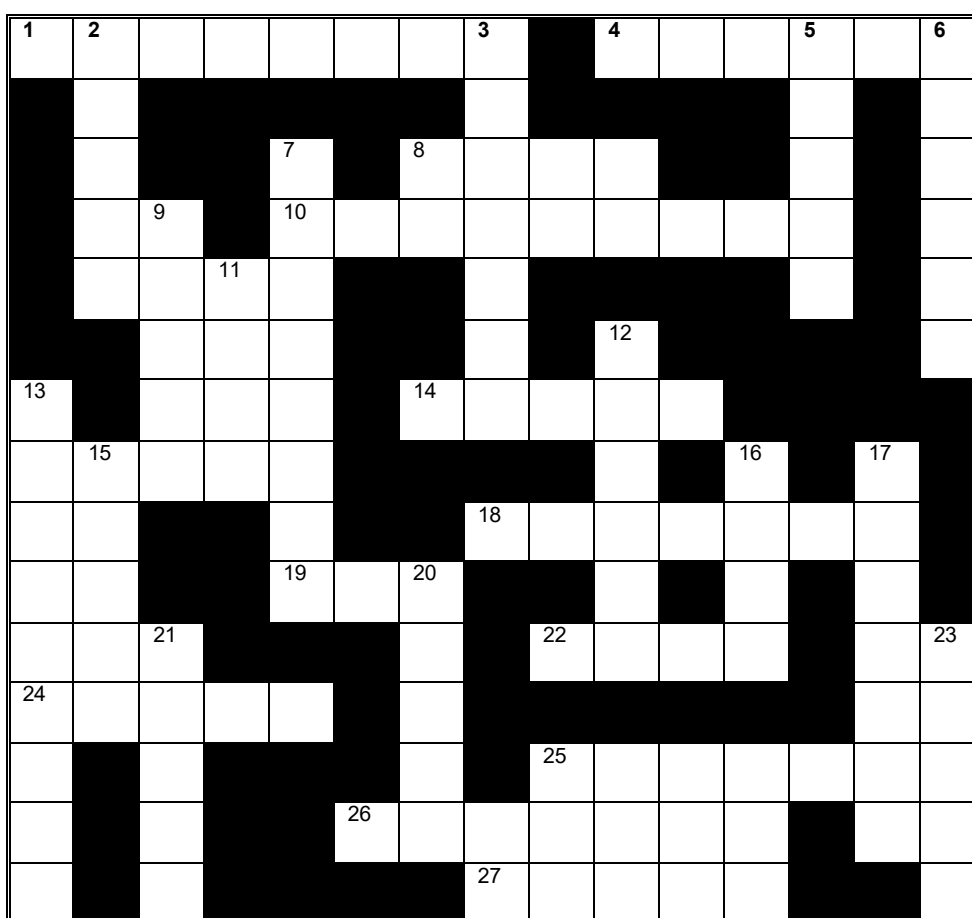
1. FERNÁNDEZ, R. “Científicas Premios Nobel. Visibilidad y Reconocimiento”. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/3529/1/TFM-F-46.pdf>. Consultado en enero de 2017.
2. WILHELM, P. “The Nobel Prize”. Publicado por Springwood Books. 1983. ISBN: 9780862541118. Disponible en: <https://www.abebooks.com/Nobel-Prize-Peter-Wilhelm-Springwood-Books/8391529968/bd>. Consultado en enero de 2017.
3. Nobel Prize Facts. Disponible en: https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/facts/. Consultado en marzo de 2017.
4. Anexo: Ganadores del Premio Nobel de Química. http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Ganadores_del_Premio_Nobel_de_Química. Consultado en Noviembre de 2018.
5. Curiosidades y otros datos históricos sobre el premio Nobel de Química. <https://www.nacion.com/ciencia/aplicaciones-cientificas/curiosidades-y-otros-datos-historicos-sobre-el/7TV5VGNDFBEK7JMNULFPLDSEA/Q/story/>. Consultado en diciembre de 2018.



Carlos Javier Hernández Sampedro

Estudiante de 5^{to} Año
 Facultad de Química, Universidad de La Habana

cjhernandez@estudiantes.fq.uh.cu



RESPUESTA: página 126

HORIZONTALES

- 1- Elemento del grupo 15 conocido por su elevada toxicidad. La lewisita, sustancia utilizada como arma química, posee un átomo de este elemento en su estructura.
- 4- Este elemento puede tener varios estados de oxidación, por lo cual existe en la naturaleza formando parte de gran diversidad de

sustancias y sus compuestos orgánicos suelen caracterizarse por su olor desagradable. En su forma molecular forma cristales amarillos.

- 8- Metal del período 4 considerado como de transición en algunas fuentes, aunque tiene el subnivel 3d completamente ocupado con electrones.

- 10- Existe un oxoanión de este elemento en estado de oxidación VII que es altamente oxidante y cuyas disoluciones son de color violeta intenso.
- 14- Este metal reacciona violentamente con el agua desprendiendo dihidrógeno y formando su hidróxido en disolución.
- 18- Elemento que tiene gran variedad de formas alotrópicas. Sus átomos pueden asociarse entre ellos y con otros elementos como oxígeno, hidrógeno, azufre y nitrógeno formando sustancias cuyas estructuras y propiedades son estudiadas principalmente por la Química Orgánica.
- 19- Debido a efectos relativistas, este metal de transición posee propiedades químicas y físicas diferentes al resto de los miembros del grupo al que pertenece, como la posibilidad de formar un anión monovalente y su color amarillo característico.
- 22- Sólido no metálico que posee solo 3 electrones de valencia.
- 24- Metal que funde a solo 30 °C. Obtuvo su nombre a partir del país donde fue descubierto y el apellido del científico que lo aisló por primera vez.
- 25- Elemento sintético del grupo de los actínidos. Obtuvo su nombre en honor a un reconocido científico sueco.
- 26- Su nombre proviene de la palabra alemana para "duende". Es fundamental para la vida de animales y humanos y forma parte de la Vitamina B12.
- 27- Este elemento en su forma simple existe como un líquido que cuando reacciona con un alqueno en un solvente como tetracloruro de carbono forma un dihaluro vecinal. Esta reacción tiene como intermediario un catión cíclico formado entre un átomo de este elemento y los dos átomos de carbono del doble enlace.

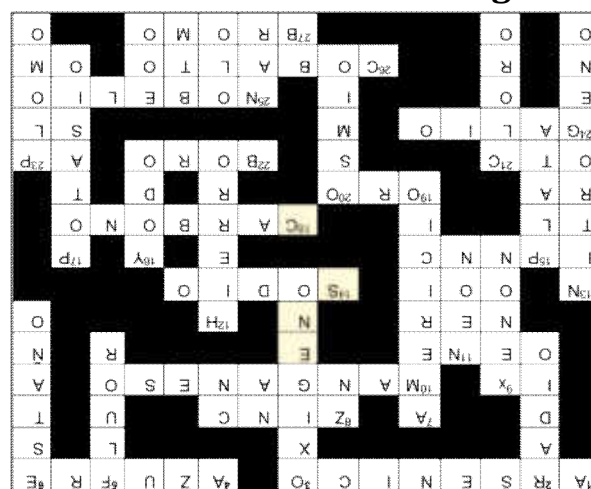
VERTICALES

- 2- Metal del grupo 2 altamente radiactivo y descubierto por Marie y Pierre Curie.
- 3- Elemento muy electronegativo. La sustancia simple diatómica de este elemento es un gas fundamental para la vida.
- 5- Elemento altamente electronegativo y reactivo, capaz de formar compuestos incluso con algunos gases nobles.
- 6- Metal que se oxida fácilmente y es utilizado en la producción de aleaciones como por ejemplo, el bronce.
- 7- Elemento sintético del grupo de los actínidos. Su nombre proviene del nombre de un continente.
- 9- Gas Noble. Uno de sus átomos ocupa la posición central en la estructura cuadrado plana de un compuesto que forma con flúor.
- 11- Gas noble que proporciona un color anaranjado-rojizo a las lámparas fluorescentes. Su nombre proviene de la palabra griega "nuevo".
- 12- Los cationes trivalentes de este elemento forman un ion complejo octaédrico muy estable de color rojo sangre con el ion tiocianato.
- 13- En su forma molecular existe como un gas diatómico que es el principal componente de la atmósfera terrestre.
- 15- Metal de transición cuyos haluros se descomponen por acción de la luz.
- 16- Elemento del grupo de los halógenos. En su forma molecular existe como un sólido de color violeta formado por moléculas diatómicas que sublima dando lugar a un gas del mismo color.
- 17- Elemento alcalino que es muy reactivo y reacciona con el agua, pudiendo incluso inflamarse en ambientes muy húmedos.

- 20- Metal de transición que presenta varios estados de oxidación, siendo el máximo VIII.
- 21- Este elemento en su forma molecular es un gas diatómico de color amarillo-verdoso que fue utilizado como arma química en la Primera Guerra Mundial.
- 23- Metal pesado, blando y tóxico. En la antigüedad, los alquimistas lo denominaban “Saturno”.

RESPUESTA

Crucigrama



Normas de publicación de la revista *Encuentro con la Química*

La revista *Encuentro con la Química* se publica tres veces al año. Los artículos se publican en español y deben tener una extensión máxima de 6 páginas.

Los manuscritos se enviarán en un solo documento Word, Times New Roman, 12, conteniendo el texto, las figuras, tablas, esquemas y gráficos integrados en el texto. En el texto se deberá incluir referencias relevantes al tema que se presenta y su exposición se hará de modo que resulte atractivo y divulgativo.

Las figuras y las fotos deben tener buena calidad para su reproducción. Los esquemas deben elaborarse en Chemdraw siguiendo los ajustes de la ACS.

Con relación a las referencias bibliográficas, en el texto, los números deben aparecer como superíndices (por ejemplo, **García¹**) y, si procede, después de las marcas de puntuación (por ejemplo, **Soto.²**). Los nombres de las revistas deben abreviarse de acuerdo al Chemical Abstracts Service Source Index (CASSI) [en caso de duda, consúltese: www.cas.org/expertise/cascontent/caplus/corejournals.html] y deben seguir el estilo general siguiente:

Artículos de revistas:

1.-N. Martin, *Chem. Commun.* **2006**, 2093–2104.

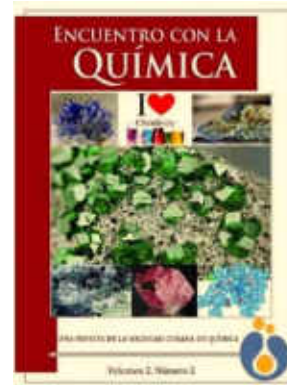
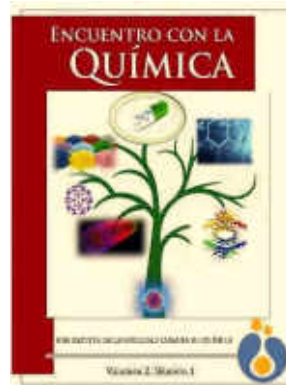
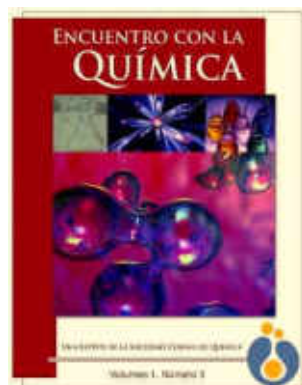
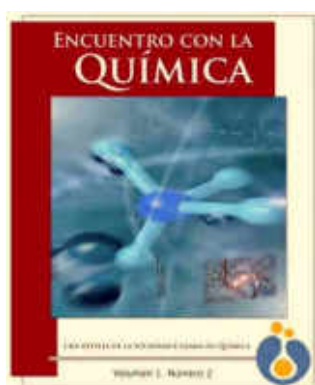
2.-V. Polshettiwar, R. S. Varma, *Chem. Soc. Rev.* **2008**, 37, 1546–1557.

Libros:

3.- D Tullius en *Comprehensive Supramolecular Chemistry, Vol. 5* (Eds.: J. L. Atwood, J. E. D. Davies, D. D. MacNicol, F. Vögtle, K. S. Suslick), Pergamon, Oxford, **1996**, pp. 317-334.

Para la preparación de los manuscritos se recomienda revisar los artículos ya publicados anteriormente en la revista *Encuentro con la Química*.

Conjuntamente con el manuscrito, los autores deben enviar una fotografía y una breve reseña biográfica. Los manuscritos deben enviarse a la dirección electrónica msuarez@fq.uh.cu con la indicación de en cual sesión desea ser publicado. Después de revisado, se le informará la aceptación al autor principal.



Encuentro con la Química es una revista electrónica divulgativa de la Sociedad Cubana de Química.

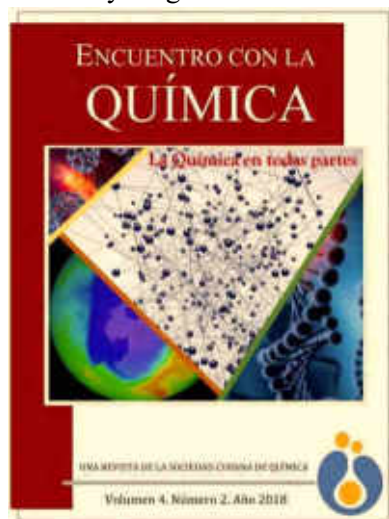
Su distribución es gratuita y su frecuencia es cuatrimestral.

Todos los números de *Encuentro con la Química* pueden descargarse desde el sitio web:

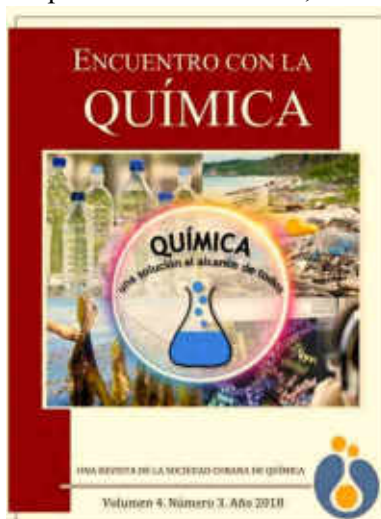
http://www.scq.uh.cu/encuentro_con_la_quimica

Últimos números

Volumen 4 Número 2
Mayo-Agosto de 2018



Volumen 4 Número 2
Septiembre – Diciembre, 2018



Volumen 5 Número 1
Enero – Abril, 2019

