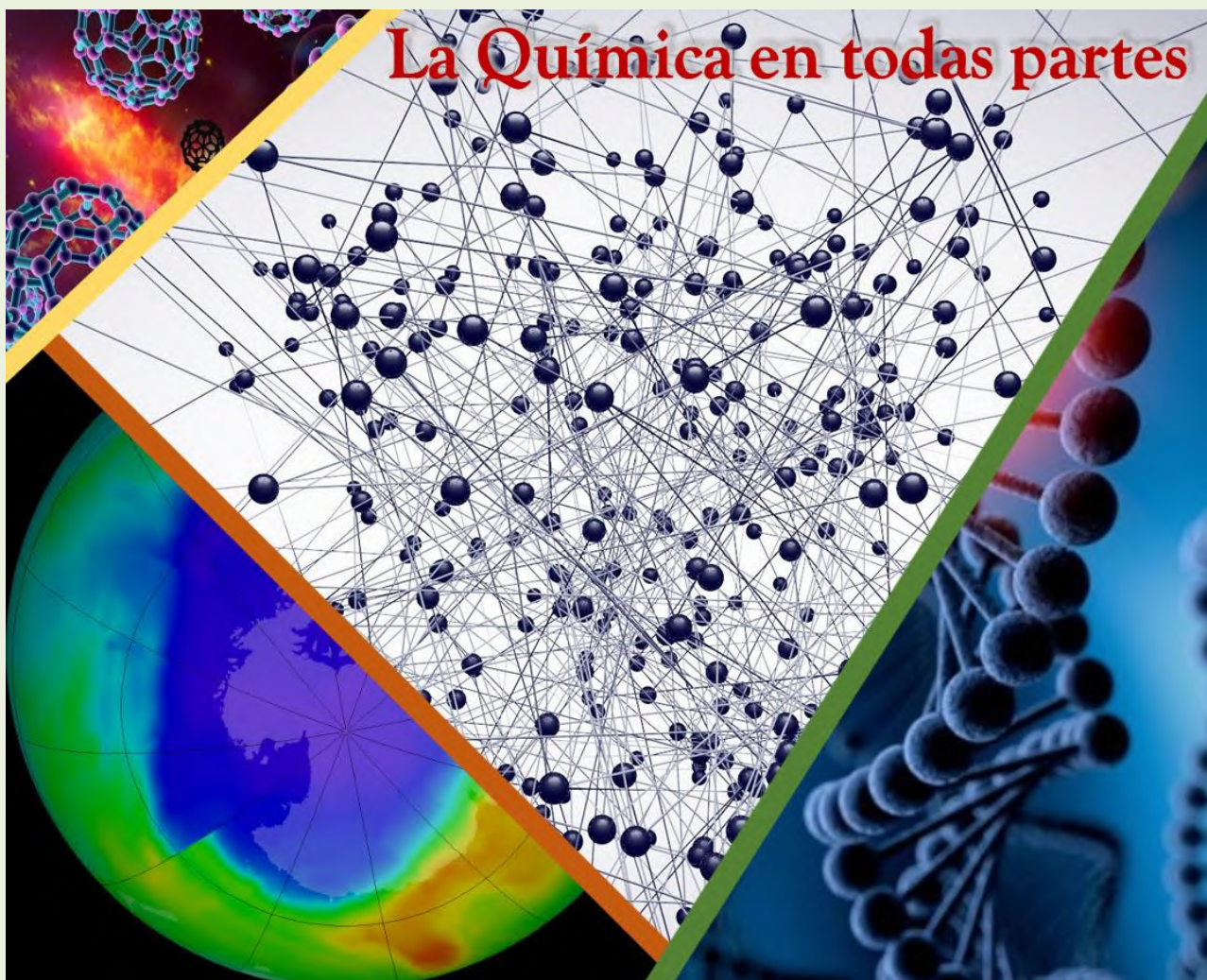


ENCUENTRO CON LA QUÍMICA

La Química en todas partes



UNA REVISTA DE LA SOCIEDAD CUBANA DE QUÍMICA

Volumen 4. Número 2. Año 2018

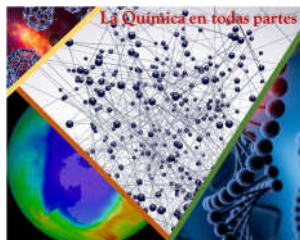


Encuentro con la Química

Volumen 4 - Número 2

Mayo-Agosto 2018

PORTADA



Imágenes tomadas de
GuoGuiyan Wallpapers

Elaborada por:



Claudia Iriarte Mesa

GRUPO EDITORIAL

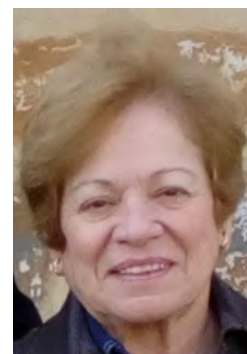
Editora:
Prof. Dra. Margarita
Suárez Navarro
msuarez@fq.uh.cu

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

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

Editorial	1
<i>Premios Nacionales de la Sociedad Cubana de Química 2017</i> Loreley Morejón Alonso.....	2
Investigación Química	
<i>Moléculas diestras y zurdas, ¿se puede oler y saborear la Quiralidad?</i> Margarita Suárez Navarro	7
<i>La capa de ozono: formación, agotamiento y recuperación</i> Néstor Fernández Fernández.....	14
<i>¿Qué es la Materia Blanda Condensada?</i> Margarita Suárez Navarro	24
Enseñanza de la Química	
<i>Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 10: El título de las publicaciones científicas</i> Manuel Álvarez Prieto.....	26
<i>Los universitarios cubanos en el contexto actual de la enseñanza: V Festival de la Clase Félix Varela</i> Yadiel Vázquez Mena.....	30
Historia de la Química	
<i>Un acercamiento a la Historia de la Química en Cuba, de la Colonia hasta 1959</i> Rebeca Vega Miche.....	33
<i>Ciencia de los Polímeros en la Universidad de La Habana</i> Norma Galego Fernández y Chavati Roza Galego.....	49
<i>Las primeras etapas de la Química en Cuba: gestión y conservación de su evidencia documental en la Universidad de La Habana</i> Sissy Guirola Benkí.....	54
<i>Aportes de Le Roy a la Historia y Patrimonio de la Universidad de La Habana</i> Mabis Leidys Guzmán Borrero	59
<i>Carta del Comandante Ernesto Guevara a la Dra. Ruth Deisy Henriques</i>	63
Tributo	
<i>Dra. Ruth Daisy Henriques Rodríguez</i>	65
<i>Dra. Rebeca León Ramírez</i>	67
Noticias	
<i>Premios Academia de Ciencias de Cuba 2017</i>	68
<i>Premiación de la VI Olimpiada Nacional de Química, Bioquímica e Ingeniería Química</i> Loreley Morejón Alonso.....	71
<i>Primera Escuela sobre Patrimonio Universitario</i> Rebeca Vega Miche.....	72
Curiosidades	
<i>Químicos en la Torre Eiffel</i> Rebeca Vega Miche.....	74
Entretencimientos	
<i>Prueba tus conocimientos NANO</i>	78
<i>Busca las 6 diferencias</i> Gabriela Arias García y Ernesto R. López Rodríguez.....	79
<i>Preguntas y Respuestas</i>	80
Normas de publicación de la revista Encuentro con la Química	84

Editorial



Impulsados por el entusiasmo que caracteriza al grupo que cada cuatrimestre publica la revista *Encuentro con la Química*, hemos llegado al segundo número del cuarto año, conservando el objetivo de difundir materiales que transmitan diferentes aspectos relacionados con la Química, la más maravillosa de las Ciencias Naturales.

Como verán nuestros lectores en los interesantes artículos de este número, se exponen algunos de los aspectos donde la química está presente.

El pasado febrero de 2018, fueron entregados los Premios Nacionales que otorga la Sociedad Cubana de Química en las diferentes categorías establecidas, por lo que ofrecemos una reseña del acto y una breve fundamentación de cada uno de los premiados.

En esta edición les proponemos, como va siendo habitual, una gran variedad de temas. En la sesión de investigación química les ofrecemos los aportes que nos han enviado relacionados con temas de actualidad, uno de ellos aborda la importancia de la quiralidad en los compuestos orgánicos, otro incluye la formación, el agotamiento y la recuperación de la capa de ozono, así como uno que trata acerca de que es la materia blanda condensada.

La habitual sesión de Enseñanza de la Química contempla un material donde se comenta acerca de la importancia del título de los artículos científicos, y otro dedicado a la significación de la preparación pedagógica en los distintos niveles de enseñanza en especial el universitario.

En este número, en la sesión Historia de la Química aparecen varios artículos que fueron presentados como ponencias en el I Taller Internacional de Historia de la Química “Luis Felipe Le Roy” el pasado enero de 2018 y, por su importancia histórica, reproducimos la carta que el Comandante Ernesto Guevara le envió a

la Dra. Ruth Deisy Henriques en octubre de 1963.

En esta edición la sesión tributo está dedicada a recordar a dos destacadas profesoras recientemente fallecidas.

Además aparecen crónicas acerca de diferentes eventos realizados en nuestro país que contribuyen al desarrollo de la química y de los químicos en Cuba como son el otorgamiento de los premios anuales de la Academia de Ciencias de Cuba efectuado el pasado abril, los premios concedidos en la Olimpiada de Química organizada por nuestra Sociedad y la primera Escuela sobre Patrimonio efectuada en la Universidad de La Habana

En este número incluimos algunas curiosidades y entretenimientos relacionados con la química.

Queremos reiterar las gracias a nuestros entusiastas colaboradores habituales y a los que nos enviaron trabajos por primera vez.

Como es usual, insistimos en invitar a los profesionales relacionados con los distintos perfiles de la Química a que nos envíen sus contribuciones para permitirnos divulgar sus trabajos. Deseamos nos remitan sus sugerencias, críticas y aprobaciones, para mejorar *Encuentro con la Química* que es una revista de todas y de todos.

Espero que la lectura este número les resulte interesante y que disfruten este material.

Margarita Suárez
Editora

Premios Nacionales de la Sociedad Cubana de Química 2017

Loreley Morejón Alonso

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



El pasado 8 de febrero de 2018 se celebró en el Aula Magna de la Universidad de La Habana el acto de entrega de los Premios de la Sociedad Cubana de Química, correspondientes al año 2017. El acto estuvo presidido por el Dr Luis Velázquez Pérez, Presidente de la Academia de Ciencias de Cuba; el Dr. Daniel García Rivera, Presidente de la Sociedad Cubana de Química; el Dr. Dionisio Zaldívar Silva, Decano de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana; la Dra Maday Alonso, Vicedecana de Investigaciones y Relaciones Internacionales de la Universidad de La Habana; y el MSc. Junior Lorenzo Llanes, Decano en funciones de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”.

Este año los Premios Nacionales de la Sociedad Cubana de Química cumplen 20 años desde su primera edición. Hasta la fecha con ellos se han reconocido por su meritorio trabajo en distintas esferas de actuación de la Química un total de 48 químicos, bioquímicos, ingenieros químicos, profesores, jóvenes investigadores y estudiantes de diferentes facultades, centros educacionales y/o investigación a lo largo de todo el país.

En esta ocasión se recibieron un total de 13 propuestas en las diferentes categorías y el análisis y selección de los premiados estuvo a cargo de un jurado constituido por profesores galardonados en años anteriores por la SCQ:

- Dra. Lourdes M. Zumalacárregui de Cárdenas, Facultad de Ingeniería Química,

Universidad Tecnológica de La Habana. (Presidenta).

- Dra. Isel Pascual Alonso, Facultad de Biología, Universidad de La Habana.
- Dr. Jorge Antonio Pino Alea, Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia.
- Dr. Erenio González Suárez, Facultad de Química y Farmacia, Universidad Central de las Villas “Marta Abreu”.
- Dr. Carlos Núñez Valdés, Facultad de Química, Universidad de La Habana.

Los premiados fueron:

Premio Nacional de Química: Dra. Norma Galego Fernández, Facultad de Química, Universidad de La Habana.

Premio Nacional de Bioquímica: Dr. Humberto Joaquín Morris Quevedo, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Oriente.

Premio Nacional de Ingeniería Química: Dr. Luis Cruz Viera, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”.

Premio Nacional de Enseñanza de la Química: Dra. María de los Ángeles Chávez Planes, Facultad de Biología, Universidad de La Habana.

Premio Nacional al Joven más Destacado: Dra. Lohans Pedrera Puentes, Facultad de Biología, Universidad de La Habana.

Premio Nacional al Estudiante más Destacado: Alejandro Fuentes García, Facultad de Química, Universidad de La Habana.

PREMIO NACIONAL DE QUÍMICA



Norma Galego Fernández se graduó en 1969 en la carrera de Licenciatura en Química en la Universidad de la Habana. Trabaja en el Departamento de Química Física desde 2do año, contribuyendo con su labor al desarrollo de los diferentes planes de estudio de la Educación Superior y a la investigación en el área de los Materiales Poliméricos. Obtuvo el título de Máster en Ciencias Químicas en 1973 y en 1975 se graduó como Dra. en Ciencias Químicas, Es autora de más de 60 artículos, 6 textos utilizados en los Centros de Educación Superior del país y 2 patentes nacionales. Ostenta las categorías de Profesor Titular y Profesor Consultante. Se jubiló en el año 2013, aunque continúa el vínculo laboral con la Facultad de Química de La Universidad de La Habana.

Como profesora del Departamento de Química-Física de la Facultad de Química ha trabajado en diferentes asignaturas. Ha impartido más de 100 cursos de pregrado con diferentes perfiles y más de 30 cursos de posgrado.

Es Académica Titular de la ACC desde 2006 y Académica de Mérito desde 2018.

Ha recibido numerosas condecoraciones y premios entre los que se destacan: Medalla de la Alfabetización (1986); Distinción por la Educación Cubana (1990); Premio 270 aniversario de la UH (1998); Medalla José Tey (2004); Premio de la ACC (2004, 2014); Diploma Educador Destacado del Siglo XX (2009); Distinción por la Obra Científica - UH, (2009); Medalla Frank País, primer y segundo grado (2009, 2014); Medalla Conmemorativa 150 Aniversario de la ACC (2011) entre otros.

PREMIO NACIONAL DE BIOQUÍMICA



Humberto Morris Quevedo se graduó de Licenciatura en Bioquímica en la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana en el año 1993. Trabaja en el Centro de Estudios de Biotecnología Industrial (CEBI) de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Oriente, donde ha desarrollado investigaciones orientadas a la obtención de inmunodiagnosticadores y adyuvantes vacunales, y a la evaluación de la actividad inmunonutricional de bioproductos derivados de microalgas y hongos comestibles-medicinales. Recibió el título de Máster en Bioquímica de la Nutrición en el año 2000 y el de Doctor en Ciencias Biológicas en el 2007. Es Profesor e Investigador Titular. Se desempeña como Responsable de Investigaciones del Centro de Estudios de Biotecnología Industrial y coordina la red de Biotecnología de la Universidad de Oriente. Ha participado en 22 proyectos de investigación, coordinando seis de ellos. Ha publicado 76 artículos en revistas nacionales y extranjeras y es autor de una patente de invención y de 6 capítulos de libros editados en el país y en el exterior. Ha participado en 67 eventos científicos nacionales e internacionales. Ha recibido numerosos reconocimientos entre los que se destacan: Premio Anual de la Academia de Ciencias de Cuba (2002, 2008); Distinción Especial del Ministro de Educación Superior en Ciencia y Técnica (2009) y en Posgrado (2017); Premio Anual de la Sociedad Cubana de Inmunología (2011); medalla “Jesús Menéndez” (2012); Premio del Comité Regional para las Américas

del Consejo Internacional para la Ciencia del Animal de Laboratorio (ICLAS-ARC 2016).

PREMIO NACIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

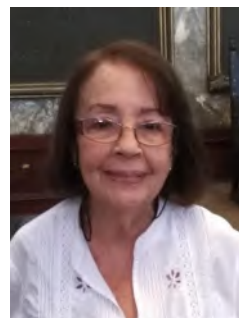


Luis Cruz Viera comenzó a trabajar en la Escuela de Ingeniería Química en 1971 después de graduado, aunque desde 1969 lo hacía como alumno ayudante. En 2007 alcanzó la categoría de Profesor Titular y en el 2013 de profesor Consultante. Obtuvo el título de Especialista en la Industria Alimentaria en 1979 y el de Doctor en Ciencias Técnicas en 1989. Ha contribuido de forma destacada a la preparación de profesionales en el campo de la Ingeniería Química. Tiene 58 trabajos publicados en revistas científicas, así como 2 libros. Es miembro del Tribunal Nacional de Grado Científico en Ciencias Alimentarias desde 1999; Presidente de la Comisión de Postgrado de la Universidad desde 2014; Coordinador del Comité Académico de la maestría Ingeniería Alimentaria desde 2003 y Coordinador del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería de los Procesos Químicos, Biotecnológicos y Alimentarios, CUJAE, desde 2014, ambos programas acreditados de excelencia por la Junta de Acreditación Nacional.

Ha recibido distinciones y reconocimientos por sus resultados, entre los que se destacan: Distinción "Por la Educación Cubana" (1991); Distinción "Rafael María de Mendive" (1995); Premio del Ministerio de la Industria Alimentaria (1997); Medalla "José Tey" (2002); Distinción Especial del Ministro de Educación Superior (2011); Orden "Frank País", segundo grado (2012); Premio al resultado ya aplicado de mayor impacto social

en la CUJAE (2016); Premio de Innovación Tecnológica Provincial (2017).

PREMIO NACIONAL DE ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA



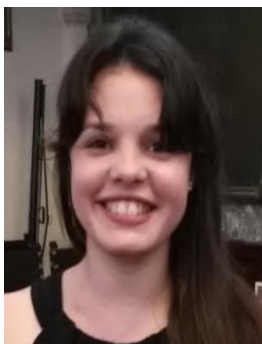
María de los Ángeles Chávez Planes se graduó de Licenciada en Química y Máster en Bioquímica en la Universidad Central Lomonosov de Moscú. Alcanzó el grado de Dr. en Ciencias Biológicas en la Universidad de La Habana. Es Profesora Titular, Consultante y Profesora Emérito de la Universidad de La Habana.

Es fundadora de la carrera de Bioquímica en Cuba y pionera en el desarrollo de la Enzimología en el país. Su trabajo destacado en la enseñanza y la investigación posibilita considerarla como creadora de una Escuela en Enzimología, actividad a la que ha dedicado 50 años. Es educadora de generaciones de bioquímicos en Cuba. Ha diseñado y enseñado varias asignaturas de pregrado y postgrado en el campo de la Bioquímica de las Proteínas y la Enzimología, Ingeniería de Proteínas, Purificación e inmovilización de Proteínas, Métodos biotecnológicos, entre otras. Diseñó el programa de la Maestría en Bioquímica de Proteínas con sus tres especialidades: Enzimología, Biotecnología y Biomembranas, y es presidenta de su Comité Académico. Es Profesor invitado permanente del Comité y Claustro del máster y doctorado de la Facultad de Biociencias de la Universidad Autónoma de Barcelona en España. En su vida laboral ha tutorado más de 100 tesis de diploma, 30 de maestría y 19 de doctorado. Es autora de seis libros de texto. Sus contribuciones se reconocen a nivel nacional e internacional. Es miembro de

varios Consejos Científicos en Cuba y Académico de Mérito de la Academia de Ciencias de Cuba, después de ejercer como Académico titular desde su fundación. En el campo de la investigación científica fundó el Centro de Estudio de Proteínas y su antecesor, el Grupo de Objetivos Priorizados de Proteínas y Enzimología, de los que fue directora durante 18 años y premiado en varias ocasiones en la Universidad de la Habana, el MES y la ACC. Es autora o coautora de 8 patentes, más de 100 artículos científicos, más de 100 comunicaciones cortas publicadas en revistas cubanas y extranjeras, 13 estructuras anotadas en bases de datos internacionales. Ha recibido numerosos premios de la UH (57) y de la ACC (9).

Entre las condecoraciones se destacan: Medallas Rafael María Mendive, Distinción por la Educación cubana, Medalla “José Tey”, Orden “Frank País” de 2do y 1er grado, la Orden Nacional “Carlos J. Finlay” por la investigación científica y la Orden Nacional de primer grado “Lázaro Peña”. Ostenta 4 distinciones del Ministro de Educación Superior, la medalla 280 Aniversario de la Universidad de la Habana, la distinción por el conjunto de su obra científica, premio de la Asociación de Pedagogos de Cuba (maestros inolvidables del siglo XX) y medalla por el 150 aniversario de la Academia de Ciencias de Cuba.

PREMIO NACIONAL AL JOVEN MÁS DESTACADO:



Lohans Pedrera Puentes se graduó de licenciada en Bioquímica en el 2008. Es

Profesora Asistente. Se graduó de Máster en Bioquímica en el 2012 y defendió el Doctorado en Ciencias Biológicas en el 2016. Ha impartido seis asignaturas en el pregrado en las carreras de Biología, Bioquímica y Microbiología. Es profesora del Programa de Maestría en Bioquímica. La profesora pertenece al grupo de Toxinas y Liposomas del Centro de Estudios de Proteínas de la Facultad de Biología donde ha desarrollado un intenso desempeño en la investigación científica. Ha obtenido dos proyectos de investigación de la International Foundation for Science siendo la ejecutora principal. Durante este período ha participado en otros tres proyectos de investigación desarrollados en el grupo de Toxinas y Liposomas. Tiene 10 publicaciones en revistas de alto impacto. Entre los premios y reconocimientos recibidos se destacan: Título de Oro al mejor estudiante de la Facultad de Biología, Premio Anual de la UH por la mejor tesis de doctorado defendida en Ciencias Naturales. Posee varios premios de la UH.

PREMIO NACIONAL AL ESTUDIANTE MÁS DESTACADO



Alejandro Fuentes García ingresó a la Universidad de la Habana en el año 2013. Actualmente cursa el 5to año de la carrera. Fue seleccionado por su brigada como el más integral en las esferas de Investigación en los cursos 2014-2015 y 2015-2016, así como el estudiante más integral como Alumno Ayudante en los cursos 2015-2016 y 2016-2017. Es alumno ayudante desde el 2014, impartiendo docencia en laboratorios y clases prácticas.

Desde el año 2013 se encuentra vinculado al grupo de investigación de “Espectrometría Atómica y Estudios Medioambientales” del Instituto de Investigación y Caracterización de los Materiales (IMRE). Se destaca su participación en la Jornada Científica Estudiantil de la Facultad donde ha obtenido varios premios. Participó en el Fórum

Estudiantil de la Universidad de La Habana, donde alcanzó premio relevante. Fue delegado al XXII Fórum Nacional de Estudiantes Universitarios de Ciencias Sociales, Naturales, Exactas y Humanísticas en 2016, donde obtuvo el 1er premio.



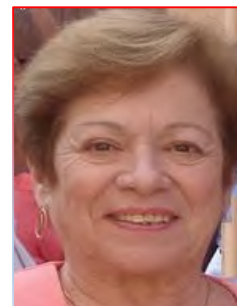
De izquierda a Derecha: Dr. Luis Cruz Viera; Dr. Humberto Morris Quevedo; Dra. María de Los Ángeles Chávez Planes; Dra. Norma Galego Fernández; Dra. Lohans Pedrera Puentes y el estudiante Alejandro Fuentes García.

Moléculas diestras y zurdas, ¿se puede oler y saborear la Quiralidad?

Investigación
Química

Margarita Suárez Navarro

Facultad de Química
Universidad de La Habana
msuarez@fq.uh.cu



Durante mi desempeño como profesora de Química Orgánica, al impartir el tema Estereoquímica les explico a mis estudiantes que en las moléculas orgánicas, constituidas por esqueletos de átomos de carbono, cada átomo de carbono puede encontrarse enlazado a cuatro grupos de átomos o grupos funcionales que se distribuyen en los vértices de un tetraedro imaginario de tal forma que si los cuatro grupos funcionales son diferentes, la molécula puede existir en dos formas que se diferencian únicamente por la disposición tridimensional de los cuatro grupos funcionales en el espacio. Estos estereoisómeros se denominan enantiómeros. La característica de los enantiómeros es que sus estructuras resultan imágenes especulares no superponibles entre sí y, por supuesto, son moléculas diferentes, como se muestra en la Figura 1. El ejemplo más claro para explicar este hecho son nuestras propias manos. Si las enfrentamos parece que se miran en un espejo, pero si las intentamos poner una encima de la otra (con la palma mirando hacia el mismo lado) éstas no pueden coincidir. Los objetos y compuestos químicos que se presentan como pares de imágenes especulares se dice que son quirales. El concepto de “quiralidad”, (del griego *cheir*, mano), es una propiedad de gran interés en química orgánica, en química inorgánica, en bioquímica y particularmente en farmacología debido a que muchas moléculas con propiedades

farmacológicas se pueden presentar como pares de imágenes especulares, donde una de ellas puede curar una enfermedad mientras que su imagen espejo puede ser dañina.

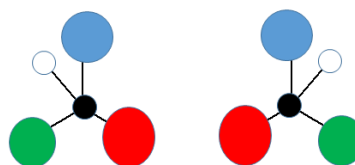


Figura 1. Un par de enantiómeros. Imágenes especulares

En el siglo XIX, dos destacados científicos de la época, Van't Hoff y le Bel establecieron conceptos que marcaron el desarrollo de la Estereoquímica. Ellos trataron de explicar la asimetría molecular deducida años antes por Pasteur, estableciendo paralelamente los principios de esta disciplina. En 1874 le Bel enunció la teoría que relacionaba la estructura molecular con la actividad óptica. Se entendió entonces que la composición sola no proporciona toda la información necesaria para comprender cómo se comporta un compuesto químico. A partir de entonces se empezó a pensar en la estructura de las moléculas en términos de su posición en el espacio y nació un nuevo campo, la estereoquímica, cuya importancia es determinante si consideramos la función biológica de la molécula. Por estos aportes Van't Hoff recibió en 1901 el Premio Nobel de Química.



Joseph A. Le Bel
(1847-1930)



Jacobus H. van 't Hoff
(1852-1912)

En 1858, Louis Pasteur había planteado que “*El universo es disimétrico; si todo el conjunto de cuerpos celestes que componen el sistema solar se emplazase delante de un espejo manteniendo sus movimientos individuales, la imagen especular no podría ser superpuesta con la realidad*”.

La primera contribución importante de Louis Pasteur a la ciencia fue en química orgánica, con el descubrimiento del dimorfismo del ácido tartárico, al observar al microscopio que el ácido racémico presentaba dos tipos de cristal, con simetría especular (Figura 2). Separó estos dos cristales manualmente y al disolverlos separadamente en agua constató que las dos formas tienen propiedades ópticas diferentes

Fue por tanto el descubridor de las formas dextrógiras y levógiras que desviaban el plano de polarización de la luz con el mismo ángulo, pero en sentido contrario. Las levorrotatorias giran el plano de la luz polarizada a la izquierda y las dextrorrotatoria lo desvían a la derecha. A estos isómeros se les conoce también como isómeros ópticos. Una mezcla racémica es una mezcla en la cual dos compuestos químicos con actividad óptica, que guardan entre sí la relación de imágenes especulares, son encontrados en proporciones equivalentes. Es decir, si ellos están presentes en un 50 %, la mezcla es ópticamente inactiva.



Louis Pasteur
(1822-1895)

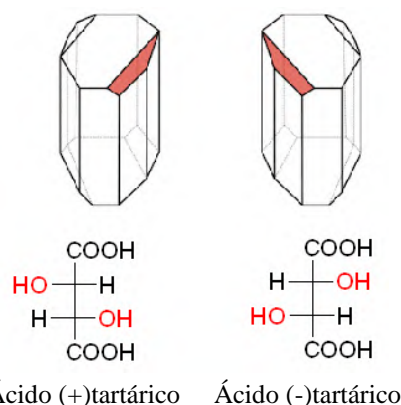


Figura 2. Cristales de ácido tartárico

Dado que los enantiómeros difieren en la dirección de rotación de la luz polarizada, esta propiedad se utiliza frecuentemente para designarlos. Así, los enantiómeros que rotan la

luz hacia la derecha son dextrorrotatorios y se los indica con (+) o con d-. En cambio, aquellos que rotan la luz hacia la izquierda son levorrotatorios y se los identifica con (-) o l-.

No obstante, esta nomenclatura no brinda información acerca de la disposición espacial o configuración de la molécula. Para indicar la estructura tridimensional de los compuestos se utilizan dos sistemas. Uno de ellos, denominado sistema D/L, relaciona la estereoquímica de una molécula con la correspondiente a un compuesto utilizado como estándar de referencia, generalmente el D-gliceraldehído. En el otro sistema, aceptado por la IUPAC, denominado Regla de Secuencia, establecido por Cahn, Ingold y Prelog, los átomos unidos al carbono estereogénico son ubicados según un orden de prioridad relacionado con el número atómico. Si dicho orden determina una progresión en el sentido de las agujas del reloj, el compuesto tendrá configuración *R*, mientras que si lo hace en el sentido contrario tendrá configuración *S*.

La quiralidad es un atributo geométrico, consecuencia de esa orientación de los átomos en una molécula. Los enantiómeros de un compuesto quiral poseen la mismas propiedades químico-físicas y solo se comportan de forma diferente en un entorno quiral, por ejemplo, la luz polarizada, las enzimas del metabolismo, otro compuesto quiral, entre otros.

La naturaleza en su conjunto es un sistema quiral, muchas de las moléculas que constituyen los organismos vivos son quirales y en la mayoría de los casos existe preferencia por uno de los dos enantiómeros. Por ejemplo, las proteínas de los seres vivos están constituidas de forma exclusiva por la forma enantiomérica denominada *L* de sus aminoácidos, mientras que los hidratos de carbono están formados por unidades de azúcar exclusivamente en la forma enantiomérica denominada *D*, de la misma manera también se han observado formas enantioméricas en las moléculas de ADN y ARN. Los sistemas biológicos tales como proteínas y enzimas que catalizan reacciones esenciales para la vida, los receptores celulares y todas las especies bioquímicas que

intervienen en el metabolismo tienen una estructura tridimensional y presentan una estereoquímica definida, y establecen preferencias por interactuar con uno de los dos enantiómeros de otras moléculas.

Así como nuestras manos son quirales y tienen funciones diferentes, las moléculas quirales también poseen funciones diferentes. Esta propiedad es particularmente importante en la acción de los fármacos que actúan sobre un tipo de célula en particular, donde la capacidad de acción de este fármaco depende de la presencia de un receptor celular específico para este fármaco. Algo así como el concepto de tener una llave exclusiva para una cerradura exclusiva. Por el hecho de que los receptores biológicos están hechos de proteínas, que también son quirales, ellos pueden distinguir entre los enantiómeros de un racemato. Esta diferencia es muy parecida al saludar en el modo mano-derecha/mano-derecha vs mano-derecha/mano-izquierda. Por lo tanto, dado el alto grado de reconocimiento quiral inherente la mayoría de procesos biológicos es muy improbable que los enantiómeros de un mismo medicamento quiral muestren el mismo nivel de actividad, o incluso el mismo tipo de efecto. En un caso extremo, un enantiómero podría mostrar el efecto deseado, mientras que el otro podría no mostrar ninguna actividad biológica o quizá hasta un efecto adverso.

Por lo tanto, se pueden observar diferentes tipos de situaciones en función de los efectos producidos por los compuestos quirales en el organismo. Esto se debe a que las interacciones biológicas son estereoespecíficas y necesitan de una interacción triple para producirse.

La figura 3 representa este tipo de interacciones y como puede observarse solo uno de los enantiómeros posee la configuración adecuada para enlazarse apropiadamente.

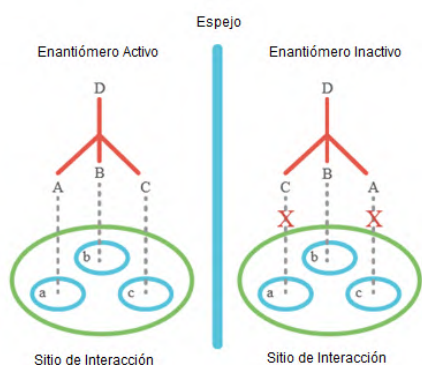


Figura 3. Modelo de contacto de tres puntos propuesto por Easson y Stedman.

De acuerdo al modelo de Easson-Stedman, el enantiómero más potente tiene un mínimo de tres interacciones intermoleculares con la superficie del receptor, mientras que el menos potente interactúa sólo con dos sitios. Sin embargo, este modelo constituye una representación simplista, ya que no considera los cambios conformacionales que pueden experimentar tanto el enantiómero como su receptor al interactuar.

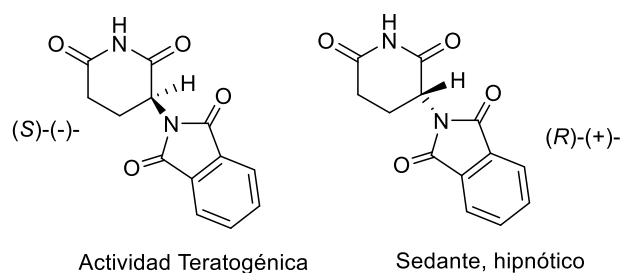
Como se planteó, existen fármacos quirales en los cuales cada una de sus formas enantioméricas puede provocar efectos opuestos en el organismo, en otros casos el efecto es similar pero un enantiómero es más activo que otro. En algunos casos un enantiómero es activo y el otro inactivo, y también puede ocurrir que un enantiómero tenga un efecto beneficioso mientras que el otro sea tóxico.

Así, los enantiómeros de un compuesto presentarán una reactividad distinta (velocidad de reacción, interacciones con receptores diferentes, efectos secundarios, etc.). El efecto de estas interacciones es la base del estudio de los fármacos quirales. Existen diferentes tipos de situaciones en función de los efectos producidos por un fármaco quiral en el organismo. Existen fármacos quirales en los cuales cada una de sus formas enantioméricas puede provocar efectos opuestos, en otros casos el efecto es similar pero un enantiómero es más activo que otro.

De forma general, se plantea que aquel enantiómero que tiene una actividad biológica determinada se le denomina *eutómero* y el enantiómero que no la posee se le conoce como *distómero*. Sin embargo, existen diferentes situaciones, por ejemplo, en algunos casos el distómero es tóxico, o es inactivo o menos activo que el eutómero o posee una actividad biológica distinta.

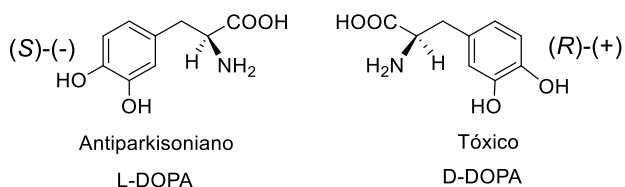
Muchos son los ejemplos de fármacos quirales, pero el más conocido de todos y el que provocó un suceso trágico en los años 60 del siglo pasado es la Talidomida. En esa época, los médicos lo recetaban, para tratar las náuseas que experimentaban las mujeres durante los primeros meses del embarazo, un medicamento llamado Talidomida (imida del ácido N-ftalilglutámico). El mismo era fabricado por la empresa farmacéutica alemana Grünenthal GmbH. Este medicamento, que es quiral, se vendía en su forma racémica. Resultó que mientras que la *R*-(+)-talidomida hacía desaparecer náuseas y vómitos en embarazadas, desgraciadamente, el isómero *S*-(-)-talidomida era un potente teratógeno que afectó el desarrollo del feto dando lugar a niños malformados. En estudios posteriores se ha demostrado que el propio cuerpo humano a pH fisiológico, es capaz de transformar el enantiómero *R* en el *S*. En este caso el distómero es tóxico. A partir de este genocidio farmacéutico se produjo un importante endurecimiento de las pruebas que debían pasar los medicamentos antes de ser comercializados.

Talidomida



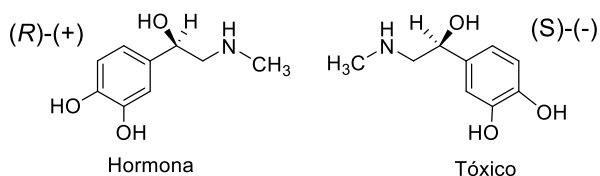
Esta no es una situación aislada, ya que existen otros medicamentos donde uno de los dos enantiómeros es tóxico. Por ejemplo, la 3,4-dihidroxifenilalanina (Dopa). El isómero (*S*)-(-) se emplea como fármaco para el tratamiento de la enfermedad de Parkinson mientras que el (*R*)-(+) es tóxico.

3,4-Dihidroxifenilalanina



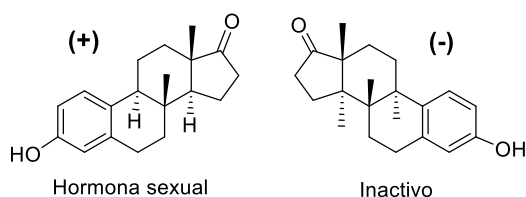
Los enantiómeros del medicamento epinefrina también muestran esta situación similar, sólo el enantiómero dextrorrotatorio es el activo. Los principales efectos terapéuticos de la epinefrina sistémica incluyen la relajación del músculo liso bronquial, la estimulación cardíaca, entre otros.

EPINEFRINA



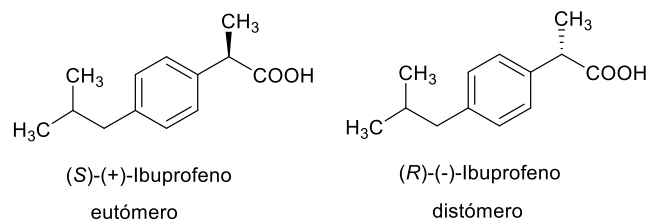
Existen ejemplos donde el distómero es inactivo. Ese es el caso de la hormona sexual estrona, donde el enantiómero dextrorrotatorio es el activo, mientras que el levorrotatorio es inactivo.

ESTRONA



El ácido 2-(4-isobutilfenil)propiónico, fármaco antiinflamatorio empleado para el

dolor de cabeza, conocido como Ibuprofeno resulta más familiar. De sus dos formas enantioméricas, sólo la denominada *S* es la que tiene actividad farmacológica, mientras que el enantiómero *R*-Ibuprofeno no la tiene en absoluto. Está determinado que mediante transformaciones enzimáticas el organismo es capaz de transformar hasta un 60 % del enantiómero *R* en el enantiómero *S* activo.

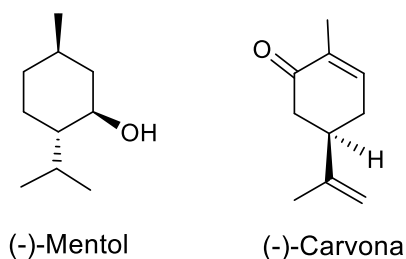


Numerosos medicamentos empleados en clínica son administrados en forma de racémicos, que es una mezcla al 50:50 de los dos enantiómeros. En las dos últimas décadas se han comercializado numerosos medicamentos enantiómeros, como sustitutivo del racémico previamente disponible. Hoy en día se está legislando para evitar comercializar los medicamentos como racémicos, a menos que uno de los enantiómeros sea completamente inactivo.

Se debe ser conscientes de la necesidad de estudiar y comprender el funcionamiento de los fármacos. La utilización de medicamentos enantioméricamente puros puede repercutir de manera importante en la reducción de las dosis necesarias y sus efectos adversos habitualmente asociados, simplificación de los estudios dosis-respuesta, así como en capturar a “los enantiómeros malos” antes de que ocurra otra catástrofe similar al caso de la talidomida.

Si el enantiomerismo es importante en la industria farmacéutica, también lo es en otros campos como son la cosmética, los plaguicidas, los pesticidas y la industria alimentaria. Los isómeros ópticos o enantiómeros pueden presentar, y de hecho así ocurre en muchas ocasiones, diferentes propiedades organolépticas (sabor y olor).

Es un hecho conocido desde el comienzo del siglo XX por los químicos en la industria de perfumería y sabores que ciertos productos químicos quirales, como por ejemplo el mentol y la carvona, poseen diferentes propiedades organolépticas en función del isómero óptico de que se trate.



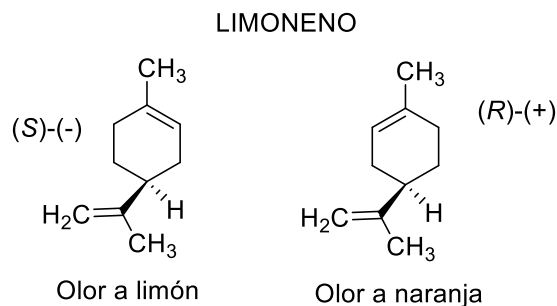
Es decir, cada enantiómero, *R* o *S*, tiene sabor y/o olor diferente. Esto se debe a que los receptores olfativos, al igual que cualquier otro sistema molecular complejo de origen biológico, están formados por moléculas de una quiralidad concreta, son homocirales, y por ello son capaces de interactuar selectivamente y así reconocer cada uno de los isómeros ópticos.

En el caso de la carvona, que se extrae de aceites esenciales de plantas, cada enantiómero tiene un olor diferente, por ejemplo, la *L*-carvona da el olor característico a comino, mientras que la *D*-carvona que se encuentra en más de un 50 % en los extractos de la menta y da su olor característico. Esta última se utiliza en cantidades de toneladas en la industria como aromatizante.

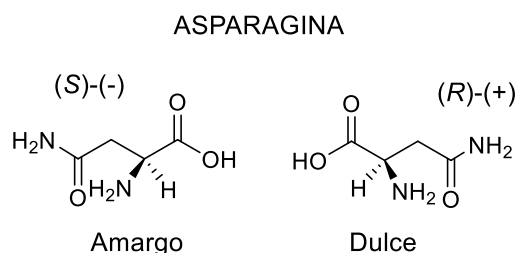
La quiralidad se puede oler. En los animales, incluyendo a los humanos, la naturaleza ha desarrollado sensores (receptores) diferentes para cada enantiómero y, así, una molécula como la del limoneno puede oler a limón o pino dependiendo del enantiómero que se considere. El limoneno que se extrae de la piel de los cítricos tiene propiedades antioxidantes, el (*S*)-(-)-enantiómero tiene olor a limón mientras que el (*R*)-(+)-enantiómero tiene olor a naranja.

En los últimos años el limoneno ha adquirido una singular importancia debido a su demanda como disolvente industrial biodegradable.

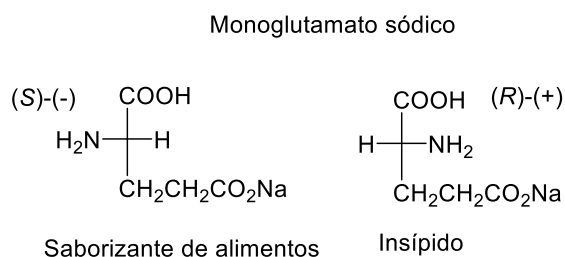
También se utiliza en la industria alimentaria como aromatizante. Cada enantiómero actúa de forma diferente con las papilas del olor.



La quiralidad también se puede saborear. La *D*-asparagina se encuentra en el espárrago y tiene un sabor dulce. Se puede encontrar también en patatas y legumbres. No obstante, el compuesto que es su imagen especular no superponible, la *L*-asparagina, tiene sabor amargo.



Otro ejemplo lo tenemos en el monoglutamato sódico levorrotatorio (*S*)-(-) el cual es saborizante de alimentos, mientras que el dextro-enantiómero (*R*)-(+) es insípido.



El cuerpo humano es un ambiente quiral, por lo que debe producirse una diferenciación entre los enantiómeros. Esta discriminación entre enantiómeros o reconocimiento quiral depende del grado de interacción que muestra cada enantiómero con el lugar de enlace quiral del

cuerpo. Cada enantiómero evoca distintas sensaciones en nuestro cerebro a pesar de su semejanza ambas estructuras activan receptores distintos, un cambio en apariencia tan pequeño que tiene consecuencias tan apreciables provoca que un medicamento pueda ser o no activo, o que detectemos un sabor o un olor diferente dependiendo del enantiómero en particular. ¡Qué sorprendente es la química, ¿verdad?! Todo se debe a que los enantiómeros exhiben comportamientos distintos cuando se someten a un ambiente quiral.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- J. Reacalde, Medicamentos esteroisómeros. *Bol. Ter. Andal.* **2008**, 24, (5), 17-20
- E. Eliel, S. Wilen, *The Stereochemistry of Organic Compounds*, Wiley Interscience N.Y. **1994**.
- P. Kraft, G. Frater, Enantioselectivity of the Musk Odor Sensation, *Chirality*, **2001**, 13, 388–394.
- E. Brenna, C. Funganti, S. Serra, Enantioselective perception of chiral odorants. *Tetrahedron: Asym.* **2003**, 14, 1-42.
- M. Gautschi, J. A. Bajgrowicz, Philip Kraft, Fragrance Chemistry–Milestones and Perspectives, *Chimia* **2001**, 55, 379–387
- <https://www.iciencias.com/pregunta/51752/que-hace-tan-especial-enantiomeros>
- <http://bit.ly/1D6zYg2>.

La capa de ozono: Formación, agotamiento y recuperación

Investigación
Química

Néstor Fernández Fernández

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



INTRODUCCIÓN

Entre los 20 y 50 metros de altura en la estratosfera y bajo el influjo de las radiaciones ultravioleta (UV) que alcanzan el planeta, se forma y simultáneamente se destruye el ozono de forma natural. Es así como se forma una acumulación de ozono que se denomina Capa de Ozono. En este proceso que ocurre por reacciones fotoquímicas, se absorbe la parte más energética y dañina de la luz UV, impidiendo así que continúe viaje hacia la superficie terrestre.

En la década de 1970 se propuso independientemente por varios científicos que la presencia de sustancias en la atmósfera producida por la acción del hombre podría causar el agotamiento del ozono y traer consecuencias nocivas para la vida en el planeta.¹⁻⁶ Estas ideas tropezaron inicialmente con el criticismo tanto de científicos como de empresas industriales señaladas como responsables de la contaminación.

A partir de las mediciones hechas por satélites y por estaciones terrestres,⁷ en 1985 se descubrió que en la Antártida, en la atmósfera sobre Halley Bay, existía una aguda disminución del contenido de ozono en comparación con datos registrados desde 1957.⁸ Se denominó entonces este fenómeno como “Hueco de la Capa de Ozono” (Figura 1). Con ello se confirmaron los alegatos

científicos, se convenció a los escépticos y se desató la alerta global.

Para desentrañar la identidad de las sustancias contaminantes, los mecanismos que causan su acción nociva y sus consecuencias para la vida en la Tierra, se requirió de la participación mancomunada de científicos de varias ciencias entre ellas la Química, Física, Meteorología, Biología, Medicina, Informática, Espaciales y otras. Gracias a esto se pudo recomendar acciones para enfrentar la amenaza y encontrar soluciones para revertir los efectos causados y prevenir los daños futuros.

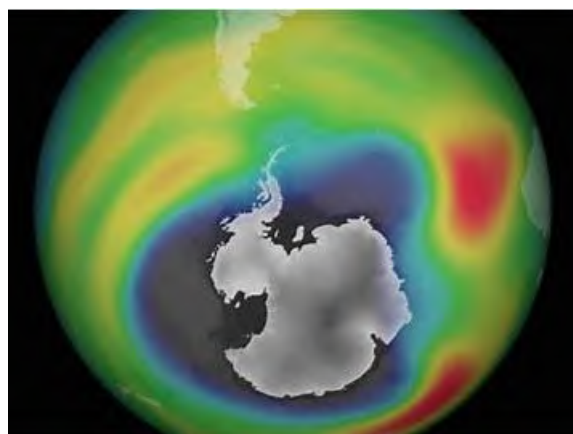


Figura 1. “Hueco de la Capa de Ozono”

En 1985 convocada por el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (UNEP, por sus siglas en inglés) se desarrolló la Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y a partir de ella se estableció como suplemento el Protocolo de Montreal

sobre Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono. Este acuerdo internacional se ha venido desde entonces revisando, enmendando, ampliando y ajustando a través de reuniones periódicas de Evaluación Científica del Agotamiento del Ozono.⁷ Actualmente es el primer tratado internacional en la historia que ha sido ratificado por todas las 197 naciones de la ONU.⁹

El tema del daño y la recuperación de la capa de ozono es un ejemplo de cómo las ciencias se unieron con un enfoque y colaboración interdisciplinaria para descubrir el fenómeno, sus causas y consecuencias, así como las formas de suprimirlo. Igualmente es una muestra de la actuación de organizaciones y personalidades responsables de políticas nacionales y globales sobre sólidas bases científicas para establecer, monitorear y hacer cumplir las regulaciones necesarias para impedir una posible catástrofe mundial. Es una muestra optimista de lo que es posible hacer para enfrentar amenazas globales a partir de la colaboración y confianza mutua entre científicos y políticos. Es una lección que hay que aprender.¹⁰⁻¹²

La química de la formación y destrucción del ozono en la estratósfera.

Desde principios del siglo pasado se conoce la dinámica del ozono en las capas bajas de la estratósfera.¹³ Hoy es bien conocido el mecanismo que mantiene una concentración de ozono que varía con la posición geográfica, las estaciones del año, los cambios ocasionales del clima y otros factores. La concentración normal promedio de ozono en la estratósfera es de 300-350 Unidades Dobson. Estas unidades son las que habitualmente se emplean y deben su nombre al inventor de un método espectrofotométrico para medir el ozono desde la superficie terrestre.¹⁴

Bajo la irradiación UV de alta energía (longitud de onda $\lambda < 242$ nm) las moléculas de dioxígeno (O_2) se disocian:

Disociación fotoquímica ($\lambda < 242$ nm):



Los átomos de oxígeno, muy reactivos, se unen con una molécula de dioxígeno con la formación del ozono (O_3):

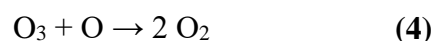


El ozono también experimenta fotólisis por absorción en una ancha banda de $\lambda = 210$ -312 nm:



Esta reacción en ausencia de catalizadores o irradiación ultravioleta es lenta y es el hecho que posibilita obtener concentraciones relativamente altas de ozono en los ozonizadores en el laboratorio.¹⁵

Una segunda reacción no fotoquímica contribuye a la destrucción del ozono:



Un balance entre las reacciones (2), (3) y (4) conduce a una concentración natural de ozono estable entre 15 y 30 Km de altura. Al mismo tiempo se suprimen las radiaciones UV de mayor energía y se protege la superficie terrestre de su nocivo efecto.

Sustancias agotadoras del Ozono (SAO)

Hasta la década de 1930 la tecnología de refrigeración empleaba únicamente amoníaco como gas de trabajo en las máquinas. Esta sustancia es tóxica y corrosiva y las instalaciones debían construirse de materiales resistentes, voluminosos y pesados. En esa época los laboratorios Dupont en los Estados Unidos crearon, para sustituir el amoníaco, las sustancias conocidas con el nombre comercial de freones (clorofluorcarbonos CFC, de los cuales el CCl_2F_2 es el más común). Los freones, no son tóxicos, son estables e inertes químicamente y brindan la posibilidad de reducir el tamaño de las instalaciones. La aplicación de estas sustancias en refrigeración se extendió rápidamente por todo el mundo. Las

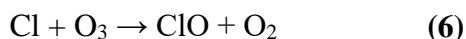
décadas de 1950 y 1960 trajeron otros usos masivos de los CFCs. El más difundido fue el uso como propulsor de aerosoles (sprays) en medicinas, cosméticos, pinturas, insecticidas, etc. Otro uso masivo de los CFCs fue la producción de espumas plásticas para emplearlas como aislante térmico, protección en embalajes y en la industria del mueble para relleno acolchonado.

Los freones son suficientemente estables e inertes para ascender por la atmósfera sin cambios y alcanzar la estratósfera. Allí, sometidos a las radiaciones UV, se descomponen fotolíticamente liberando átomos de cloro:

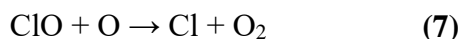


Dichos átomos de cloro (radicales libres) reaccionan con el ozono en un ciclo catalítico según:

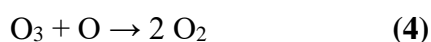
Destrucción del ozono:



Regeneración de Cl



Total:



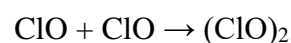
Este proceso altera el equilibrio natural de formación y destrucción del ozono y causa su agotamiento en la capa. Se comprobó a través de mediciones de satélites sobre la Antártida que el aumento de la presencia del óxido de cloro ClO produce simultáneamente la disminución de la concentración de ozono en la capa.¹⁴ El ciclo catalítico se puede repetir hasta 100 000 veces antes que el átomo de cloro libre se aniquile en otra reacción y se rompa el ciclo.

La producción masiva, su empleo y la emisión a la atmósfera de los freones durante el pasado siglo, ha producido una acumulación tal de estas sustancias en la estratósfera, que a su vez ha provocado la disminución del ozono estratosférico y el hueco de la capa de ozono. En 1986 la concentración de ozono sobre la Antártida descendió a 180 UD lo que representa

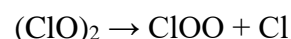
una pérdida del alrededor del 40 % en relación con el nivel en 1957-1960.⁷ Su gran estabilidad e inercia les proporciona a los CFC un muy largo tiempo de residencia en la atmósfera que alcanza varias décadas y hace más problemático el enfrentamiento de los daños.

Otras vías en la disminución del contenido de ozono en la capa cobran importancia en ciertas estaciones del año.¹⁴ Un ciclo catalítico en el que participa el ClO y que no requiere de radiación ultravioleta es el siguiente:

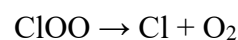
El ClO que es también un radical libre se dimeriza:



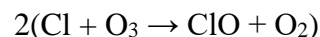
La luz solar de baja energía fotodisocia el dímero:



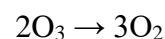
El superóxido ClOO se descompone con ruptura de enlace Cl-O:



Regeneración del ClO y destrucción del ozono:



Total:



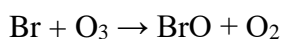
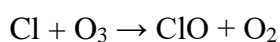
En la total oscuridad del invierno polar este ciclo no puede ocurrir. Sin embargo, al final del invierno y en primavera, cuando la luz solar regresa a la región polar, este mecanismo se pone en marcha y se suma a la acción agotadora del ozono. La radiación luminosa de baja energía que descompone el $(\text{ClO})_2$ no es suficiente para disociar el dióxígeno según la ecuación (1) y por lo tanto no contribuye a la formación de ozono. En cambio, en ese mismo período estacional la intensidad de la radiación UV es más baja por el ángulo de inclinación del sol sobre los polos. Por todo ello el ozono se destruye en mayor proporción de la que se forma aumentando de esa manera el hueco de la capa de ozono en ese período estacional.

Un tercer ciclo catalítico para la destrucción del ozono involucra al BrO. Como se verá

posteriormente, esta sustancia se forma a partir de compuestos de bromo que alcanzan la estratósfera. Las reacciones que involucran al BrO son:

- a) $\text{ClO} + \text{BrO} \rightarrow \text{Cl} + \text{Br} + \text{O}_2$
- b) $\text{ClO} + \text{BrO} \rightarrow \text{BrCl} + \text{O}_2$
 $\text{BrCl} \rightarrow \text{Cl} + \text{Br}$ (luz solar no UV)

Las vías a) y b) se desarrollan simultáneamente. Los átomos de Br y Cl liberados por ambas vías reaccionan como en la ecuación (6), destruyendo el ozono y regenerando los óxidos de halógeno.



Este mecanismo con participación del BrO se produce en el mismo período estacional que el anterior, acentuando aún más el efecto nocivo sobre la capa de ozono.

Otras SAO

Las investigaciones motivadas por el tema de la protección del ozono revelaron que existen otras sustancias emitidas a la atmósfera por la acción del hombre que, aunque presentes en cantidades menores que los CFC, también son responsables de la pérdida de ozono.

Los halones, empleados principalmente en los mecanismos y sistemas de extinción de incendios son bromo alcanos inertes que pueden transportar el bromo hasta la estratosfera. El compuesto más usado es el bromoclorodifluorometano, CBrClF₂, llamado comercialmente Halon 1301. Estas sustancias en su acción extintora forman la espuma que llena el espacio y limita el abastecimiento de oxígeno a la zona siniestrada. Aunque las cantidades de Halones emitidas a la atmósfera son menores que las de los CFC, la catálisis por bromo es más efectiva que con cloro y los halones son responsables del 30 % de la destrucción de la capa de ozono.²²

El bromuro de metilo, otro portador de bromo hasta las capas altas de la atmósfera, se emplea, entre otros usos, para el control eficiente y económico de plagas en los suelos y en los cultivos, las estructuras de madera y el almacenamiento de semillas. Esta es una SAO reconocida como tal desde 1991. Los países desarrollados congelaron en 2002 las cifras de producción en los niveles de 1995-1998. A pesar de las restricciones, no se espera una disminución grande en la presencia atmosférica de este compuesto porque hay fuentes naturales del mismo. Los océanos y otros ecosistemas emiten bromuro de metilo. El 27-42 % de esta sustancia presente en la estratósfera procede de fuentes naturales.

A la lista de SAO se suman además el tetracloruro de carbono y el 1,1,1-tricloroetano (metilcloroformo) empleados principalmente como agentes de lavado y desengrasantes.

Todas estas sustancias alcanzan la estratósfera y allí se descomponen a causa de la radiación UV liberando átomos de cloro o bromo, que catalizan la destrucción del ozono.

En la tabla 1 se dan los valores del Potencial Agotador del Ozono (PAO) para varias de las SAO mencionadas. El PAO se define como la relación entre el efecto que causa la sustancia en cuestión dividido por el efecto que causa el CFC-11 (triclorofluorometano, CFC₁₁).

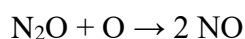
Una última SAO producidas por la actividad humana que se mencionará son los óxidos de nitrógeno. Estos se producen en la combustión de los combustibles fósiles como el petróleo, el carbón y en el uso de fertilizantes químicos nitrogenados, en especial el nitrato de amonio. Por fortuna la mayor parte de ellos no alcanza a llegar a la estratosfera, pero uno de ellos, el óxido nitroso (N₂O), es lo suficientemente inerte como para ascender en la atmósfera sin degradarse, llegar hasta la capa de ozono y contribuir a su destrucción. Ciertas bacterias producen N₂O a partir del amonio (NH₄⁺) durante el proceso de nitrificación y a partir del nitrato (NO₃⁻) durante la desnitrificación.¹⁷ El

uso masivo de fertilizantes químicos nitrogenados provoca la presencia apreciable de este óxido en la estratósfera

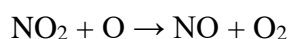
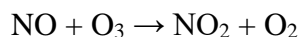
Tabla 1. Potencial Agotador del Ozono (PAO) para varias de las SAO más usadas. (16). Nótese que los que contienen bromo son varias veces más activos.

SAO	Nombre sistemático/ fórmula	PAO
CFC-11	Triclorofluorometano CFCl ₃	1,0
CFC-12	Diclorodifluorometano CF ₂ Cl ₂	1,0
CFC-113	Triclorotrifluoroetano C ₂ F ₃ Cl ₃	0,8
CFC-114	Diclorotetrafluoroetano C ₂ F ₄ Cl ₂	1,0
CFC-115	Cloropentefluoroetano C ₂ F ₅ Cl	0,6
Halon-1211	Bromotrifluorometano CBrF ₃	3,0
Halon-1301	Bromoclorodifluorometano CBrClF ₂	10,0
Halon-2402	Tetrabromodifluoroetano C ₂ Br ₄ F ₂	6,0
CTC	Tetracloruro de carbono CCl ₄	1,1
Metil cloroformo	1,1,1-tricloroetano C ₂ Cl ₃ H ₃	0,1
Bromuro de metilo	Bromometano CBrH ₃	0,7

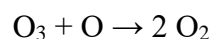
El N₂O reacciona con los átomos de oxígeno producidos en la fotólisis del O₂ dando radicales NO:



Dicho radicales catalizan la destrucción del ozono según:



Total:



Otra fuente de óxidos de nitrógeno son los aviones supersónicos militares y los propulsores de naves cósmicas que transitan

por la estratosfera con los motores en combustión. Se prevé que con el futuro desarrollo comercial de la cohetaría espacial el contenido de óxidos de nitrógeno emitido en la estratósfera pueda ser significativo para la conservación de la capa de ozono. Por ello hay actualmente reclamos de la comunidad científica para regular de alguna forma estas actividades.¹⁷

La Organización de Naciones Unidas y la protección de la capa de ozono

Luego de comprobados las afirmaciones de los científicos y la existencia del hueco de la capa de ozono en el Polo Sur, el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (UNEP) convocó en 1985 a la Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono donde se reconoció la necesidad de proteger la capa de ozono, se estableció el Secretariado para el Ozono, reuniones periódicas para lo relativo al tema y se fijó un marco para la investigación científica. Dos años después se acordó el Protocolo de Montreal (PM) en el que se trazaron regulaciones obligatorias para los países firmantes. Las principales disposiciones del PM fueron entonces:

- La regulación de la producción y el consumo de las SAO y la prohibición de su comercio con los países no firmantes.
- El establecimiento de un Fondo Multilateral para ayuda a los países subdesarrollados en sus programas de eliminación de las SAO y para el financiamiento de proyectos de investigación relacionados.
- Creación de Paneles de Evaluación Científica, de Evaluación Económica y Tecnológica, y de Evaluación de Efectos Ambientales.
- Se estableció la realización de evaluaciones por los Paneles cada cuatro años.

El PM fue firmado inicialmente por 25 naciones desarrolladas y por la entonces Comunidad Económica Europea. Actualmente 197 naciones lo han ratificado. El PM ha sido ajustado periódicamente pues se diseñó para que pudiera tener en cuenta los avances incesantes de la ciencia y la tecnología. El principio de “comenzar en pequeño e ir fortaleciendo” ha marcado a este tratado durante toda su existencia. Esto se traduce en disposiciones iniciales que luego se fueron haciendo más exigentes, plazos de tiempo largos que en algunos casos se redujeron posteriormente, sustancias no incluidas de inicio que más tarde se incorporaron a las restricciones, comenzar con un grupo de países desarrollados con posibilidades inmediatas de enfrentar el reto e ir incorporando paulatinamente a otros a medida que se incrementaban las posibilidades de ayuda técnica y financiera. Este principio constituyó una táctica y favoreció sustancialmente el éxito del Protocolo.¹¹

Igualmente, el PM ha sido además flexible y tiene en cuenta particularidades en usos de las SAO como por ejemplo el uso en vaporizadores respiratorios medicinales,¹² ciertas aplicaciones en el campo militar de la defensa,¹⁹ fabricación de semiconductores¹⁶ y otros. En tales casos especiales se aprueban y certifican por el PM los plazos que permitan el desarrollo de sustancias o tecnologías sustitutas según el caso.

De forma similar el PM acordó un tratamiento diferente, más exigente, para los países desarrollados, que son los principales productores y consumidores de las SAO y que disponen de recursos económicos y humanos para adaptarse a nuevas tecnologías. Para estos se establecieron plazos más cortos para la eliminación de la producción de las SAO.

En tanto, se concedió a los países subdesarrollados períodos de gracia de hasta 10 años y asistencia técnica y financiera para adaptarse a nuevas tecnologías y sustancias. En

este último sentido, el papel jugado por la UNEP, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP), la Organización de las Naciones Unidas para Desarrollo Industrial (UNIDO) y el Banco Mundial facilitó la incorporación de 146 países subdesarrollados con el propósito de eliminar las SAO tratando de este modo de disminuir la brecha entre éstos y los países industrializados. Esta actuación de la ONU será referente como un ejemplo en tiempos futuros.

El PM ha sido exitoso en lograr su principal objetivo estratégico de proteger la capa de ozono y lograr su recuperación en el futuro. Como resultados tempranos y tangibles de las acciones del PM señalados en las sesiones de evaluación periódicas, están entre otras las siguientes:

- Se redujo la emisión de SAO a la atmósfera de tal forma que en 2014 fue disminuida en más del 90 %.¹¹
- Se desarrollaron procesos para sintetizar sustancias menos nocivas que sustituyen a los CFC y los halones que han reemplazado a estas SAO en la mayoría de sus aplicaciones.
- El hueco de la capa de ozono se redujo de 30 millones de Km² en 2006 a 21 millones de Km² en 2013. Al mismo tiempo, la concentración de compuestos de cloro y bromo en la estratósfera bajó de 3,522 a 3.210 partes por trillón, lo que representa un 10 % de reducción en relación a los niveles máximos alcanzados una década atrás.²⁰
- La columna vertical de ozono (medida desde la superficie de la Tierra) que venía disminuyendo durante los últimos 20 años del siglo pasado se ha mantenido relativamente sin cambios desde 2000 y existen indicios recientes de su recuperación.²¹
- En los años comprendidos entre 2000 y 2013 se observó un incremento del contenido de ozono estratosférico en comparación con las décadas anteriores.⁷

El Secretario General Ejecutivo del Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente, Achim Steiner, expresó recientemente: “Hay indicaciones positivas de que la capa de ozono está en vías de recuperarse a partir de la mitad de este siglo. El Protocolo de Montreal, uno de los más exitosos tratados ambientales del mundo, ha protegido el ozono estratosférico. El éxito del Protocolo de Montreal debería alentar futuras acciones en el tema del clima. La comunidad del Protocolo con sus logros tangibles, está en condiciones de proveer fuertes evidencias acerca de cómo la cooperación y la acción concertada son los ingredientes claves para asegurar la protección de la comunidad mundial”.²¹

Sustancias sustitutas de las SAO

Las sustancias que replacen a los CFC requieren ser química y térmicamente estables y un valor pequeño de potencial agotador de ozono lo que implica que deben tener un corto tiempo de vida en la atmósfera por degradarse a baja altura. Para su uso en refrigeración, el uso más masivo, deben tener propiedades termodinámicas adecuadas como temperatura de ebullición, presión de vapor, calor de vaporización. Además, no deben ser tóxicas por inhalación o contacto.

La ciencia y la tecnología química han jugado un importante papel en diseñar, experimentar y poner en marcha la producción masiva de sustancias que replacen a las SAO. Los compuestos finalmente seleccionados y que actualmente han sustituido a los CFC y los halones en casi todas sus aplicaciones son los hidroclorofluorcarbano (HFCC) y los hidrofluorocarbonos (HFC). Cada molécula de estos compuestos posee al menos un átomo de hidrógeno y un enlace C-H susceptible al ataque de los radicales OH y HO₂ presentes en las capas inferiores de la atmósfera. De esa forma solamente una pequeña fracción de los compuestos en cuestión llega a alcanzar la

estratósfera. Los productos de su degradación en la atmósfera baja se siguen estudiando, pero los resultados señalan que no es esperable un daño ecológico significativo. El daño a la capa de ozono, sin embargo, es mucho menor que el de sus semejantes CFC. En el caso de los HFCC es 90-95 % menor y para los HFC, que no contienen cloro, el PAO es de cero. En la tabla 2 se dan los datos de PAO de algunos de los HFCC y HFC empleados para remplazar a los CFC. Se adiciona el tiempo de residencia en la atmósfera para que se compare con la larga vida de los CFC que se mide en décadas.

Tabla 2. Potencial Agotador del Ozono (PAO) relativo al CCl₃F y tiempo de residencia en la atmósfera de las sustancias sustitutas de las SAO. Los isómeros se distinguen por la distribución de halógeno. En la referencia se explica el código empleado para nombrarlos de forma abreviada.¹³ En ocasiones se puede encontrar que cambian las letras iniciales con una R (Refrigerant).

Fórmula/ Abreviatura	Tiempo de residencia (años)	PAO
CHClF ₂ HFCC-22	13,3	0,04
C ₂ HCl ₂ F ₃ HFCC-123	1,4	0,14
C ₂ H ₄ ClF HFCC-124	5,9	0,03
C ₂ H ₃ Cl ₂ F HFCC-141b	9,4	0,1
C ₂ H ₃ ClF ₂ HFCC-142b	19,5	0,05
C ₃ HCl ₂ F ₅ HFCC-225ca	2,5	0,02
CH ₂ F ₂ HFC-32	6	0
C ₂ H ₂ F ₄ HFC-134a	14	0
C ₂ HF ₅ HFC-125	36	0
C ₂ H ₂ F ₄ HFC-134	11,9	0
C ₂ H ₄ F ₂ HFC-152a	1,5	0
C ₂ H ₃ F ₃ HFC-143	3,5	0

Tanto los HCFC como los HFC tienen un alto potencial de calentamiento global por su efecto de gas invernadero. Por esa razón ambos están en las disposiciones de eliminación del PM desde el 1995. Hay plazos escalonados para su reducción progresiva y la eliminación total debe concluir en 2030 para los países industrializados y 2040 para los subdesarrollados.⁷ En 2009 se estimó que las emisiones de HFC a la atmósfera constituyen el 1,7 % de la emisión total de los gases de efecto invernadero, siendo la rama de la refrigeración responsable del 97,5 % de las emisiones.²² La emisión de HFC a la atmósfera ha aumentado a un ritmo de 7 % anual, lo que equivale a alrededor de 0,5 gigatoneladas de CO₂ al año.²¹

La comunidad científica trabaja intensamente para encontrar nuevas sustancias y tecnologías, y hasta el presente se han encontrado soluciones para usos específicos. Por ejemplo, muchos fabricantes emplean hidrocarburo como gas propulsor de aerosol en los recipientes de cosméticos, insecticidas, pinturas y otros, principalmente el isobutano, n-butano y n-pentano. Otros fabricantes han vuelto atrás empleando recipientes de pistón para los llamados atomizadores. Los mismos hidrocarburos sustitutos se pueden emplear en pequeñas unidades de refrigeración con cargas menores de 150 gramos. El principal inconveniente de dichos hidrocarburos es su inflamabilidad. Para grandes unidades de refrigeración y aires acondicionados domésticos se han sustituido por HFC, pero este a su vez deberá remplazarse en el futuro. Para los grandes frigoríficos se ha mantenido el amoníaco, aunque su uso es limitado por su toxicidad en áreas no pobladas. En la fabricación de equipos electrónicos se usaban CFC y metilcloroformo para la limpieza de circuitos impresos, actualmente algunas compañías han modificado su tecnología y no requieren tal limpieza química durante su producción. En las referencias (22) y (16) se

dan recomendaciones para muy diferentes usos y aplicaciones de los HCFC y HFC.

Hay que decir que aun cuando se eliminen totalmente las causas de amenaza futura para la capa de ozono, las concentraciones actuales de SAO en la estratosfera son muy grandes y dado el largo tiempo de permanencia de estas sustancias en esas condiciones, el efecto acumulado durante muchos años tardará también en revertirse. Se pronostica que no será hasta mediados de siglo que la capa de ozono comience a recuperarse de manera significativa y sostenida, y que no será hasta 2080 que estará restaurada a los niveles anteriores a 1980.

Como un valor adicional del PM, la reducción de las SAO ha contribuido positiva y notablemente a la disminución del calentamiento global. Estas sustancias además de agotar la capa de ozono son potentes gases de efecto invernadero. La reducción actual de las SAO en más de un 90 % (equivalente a varias decenas de gigatoneladas de CO₂) resulta alrededor de 5 veces mayor que la reducción anual de las 2 gigatoneladas perseguidas en el primer período de compromiso (2008-2012) del Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático.

En el último panel de evaluación científica del PM²¹ se puso de manifiesto que el calentamiento global de la atmósfera baja y de la superficie terrestre va aparejado con el enfriamiento de la estratósfera porque el calor no alcanza la altura de esta última.¹⁶ Este fenómeno favorece la destrucción del ozono porque intensifica la nubosidad polar y los microcristales de agua se convierten en reservorio de las sustancias nocivas y ofrecen superficies sobre las que los procesos de destrucción se aceleran. Queda claro que el agotamiento de la capa de ozono y el calentamiento global están estrechamente vinculados. La protección del ozono puede ser más complicada que lo que se previó a partir de la reducción de las SAO. Para el futuro es necesario que la ciencia y la política se enfoquen en las intrincadas relaciones que

existen entre el ozono y el clima y aprecien la necesidad de medidas que sean soporte mutuo para proteger la vida en la Tierra para las generaciones futuras.

CONCLUSIONES

La emisión de sustancias que contienen cloro o bromo en la atmósfera es la principal causa del agotamiento de la capa de ozono y la aparición del hueco en la Antártida. Las sustancias mayormente involucradas en el daño son los clorofluorocarbonos y los similares bromo-compuestos. Algunas otras sustancias se suman en menor proporción. Todas ellas liberan átomos de halógeno bajo la influencia de la radiación UV. Estos radicales libres se involucran en complejas reacciones químicas catalíticas con el ozono, interfieren con el balance natural estratosférico y provocan su destrucción, disminuyendo notablemente su concentración. La capa de ozono es una barrera protectora que impide que la radiación UV de alta energía alcance la superficie de la Tierra y ejerza su acción nociva sobre la vida.

La solución encontrada a la amenaza global fue la limitación de la producción y el consumo y la final eliminación del uso de tales sustancias agotadoras del ozono y sustituirlas por otras que no tengan ese efecto dañino. El Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente convocó a los factores que podían colaborar para enfrentar el desafío, incluyendo científicos de diversas áreas del conocimiento y gobiernos de todos los países. En el marco del Protocolo de Montreal sobre Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono, se adoptaron disposiciones, se establecieron regulaciones, se definieron las sustancias que en particular debían eliminarse y se establecieron plazos para ello, se trazó la política de investigaciones sobre el tema y se creó un fondo financiero para ayudar a alcanzar el objetivo estratégico. Los mecanismos y metodología del Protocolo, su actualización continua a partir de sólidos resultados científicos y la flexibilidad que dio a las partes

para adaptarse según sus características contribuyen a su desempeño exitoso. El Protocolo de Montreal ha sido calificado como el más exitoso en la historia y entre sus logros más relevantes están: la disminución de más del 90 % de las sustancias agotadoras del ozono, alentar y apoyar investigaciones en el tema, disminuir la concentración compuestos de cloro y bromo en la estratósfera, frenar el crecimiento del hueco de ozono y percibir los primeras aunque tímidas señales de recuperación de la capa de ozono.

Más allá del cumplimiento de sus objetivos principales con relación al ozono, las acciones científicas promovidas por el Protocolo han puesto de manifiesto la íntima relación entre ozono y clima y la necesidad de enfrentar el cambio climático de manera más ágil y concertada. Los triunfos de la protección del ozono pueden oscurecerse en el futuro si el calentamiento global no se frena lo antes posible.

BIBLIOGRAFÍA

1. Crutzen P.J., The influence of nitrogen oxides on the atmospheric ozone content, *Q. J. Roy. Meteorol., Soc*, **96**, 320, **1970**.
2. Johnston H.S., Reduction of stratospheric ozone by nitrogen oxide catalysts from supersonic transport exhaust, *Science*, **173**, 517, **1971**.
3. Crutzen P.J., Ozone production rates in an oxygen-nitrogen oxide atmosphere, *J. Geophys. Res.*, **76**, 7311, **1971**.
4. Lovelock J.E., Atmospheric fluorine compounds as indicators of air movements, *Nature*, **230**, 379, **1971**.
5. Molina M.J., Rowland F.S., Stratospheric sink for chloromethanes: chlorine atom catalysed destruction of ozone, *Nature*, **249**, 810, **1974**.
6. Rowland F.S., Molina M., Chlorofluoromethanes in the

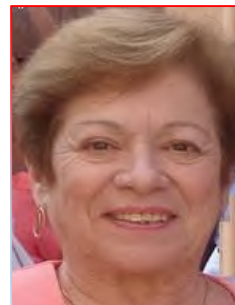
- environment, *J. Rev. Geophys. & Space Phys.*, **13**, 1, **1975**.
7. Paul A. Newman and Sophie Godin-Beekmann, 30-year Anniversary of the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, *Met. Obs. Hohenpeißenberg*, **2017**.
 8. Farman J.C., Gardiner B.G, Shanklin J.D, Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction, *Nature*, **315**, 207, **1985**.
 9. Australian Government Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities, Protecting the Ozone layer, **2011**.
 10. Penelope Canan & Stephen O. Andersen & Nancy Reichman & Brian Gareau Introduction to the special issue on ozone layer protection and climate change: the extraordinary experience of building the Montreal Protocol, lessons learned, and hopes for future climate change efforts, *J Environ. Stud. Sci.* published on line **2015**.
 11. Susan Solomon and Marie-Lise Chanin, The Antarctic Ozone Hole: A Unique Example of the Science and Policy Interface. *Science Diplomacy*, p 198, **2008**.
 12. Gary W. Ewart, William N. Rom, Sidney S. Braman, and Kent E. Pinkerton, From Closing the Atmospheric Ozone Hole to Reducing Climate Change. *Lessons Learned*, *Annals of the American Thoracic Society* Volume 12 Number 2 February **2015**.
 13. L. Wachowski, P. Kirszensztejn, Z. Foltynowicz, Ecological Replacements of Ozone Depleting Substances. *Review. Polish Journal of Environmental Studies* Vol. 10, No. 6 (**2001**), 415-435.
 14. D.W. Fahey, Twenty questions and answers about the ozone layer, Panel Review Meeting for the 2002 ozone assessment (Les Diablerets, Switzerland, 24-28, June **2002**)
 15. Greenwood, N. N. , Earnshaw, A. *Chemistry of the Elements*. 2nd Edition, Butterworth-Heinemann: UK, **1997**.
 16. Ozone-Depleting Substances: Alternatives, Pollution Prevention and Abatement Handbook, WORLD BANK GROUP, **1998**.
 17. *Encyclopedia of Inorganic Chemistry*, Ed. In Chief R. Bruce King, 2nd Edition, Wiley, **2010**.
 18. Sivasakthivel.T and K.K.Siva Kumar Reddy, Ozone Layer Depletion and Its Effects: A Review, *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol.2, No.1, February **2011**.
 19. Office of Air and Radiation, United States Environmental Protection Agency Achievements in Stratospheric Ozone Protection, **2007**.
 20. World Meteorological Organization. Scientific assessment of ozonedepletion: 2014. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization; **2014**.
 21. Scientific Assessment of Ozone Depletion, Nairobi/Geneva 2014 United Nations Environment Programme (UNEP) and the World Meteorological Organization (WMO), Ozone Layer on Track to Recovery. Success Story Should Encourage Action on Climate, **2014**.
 22. Neil Roberts, Replacement of ozone Depleting Substances for Refrigeration and Fire Protection, Dupont, **2012**.
 23. European Fluorocarbons Technical Comitee, Learn about the ozone layer and ozone depletion, **2016**.

¿Qué es la Materia Condensada Blanda?

Investigación
Química

Margarita Suárez Navarro

**Facultad de Química
Universidad de La Habana**
msuarez@fq.uh.cu



¿SABÍAS QUÉ somos Materia Condensada Blanda? ¿Qué los nuevos materiales y tecnologías se basan en la Materia Blanda Condensada? ¿Qué la piedra pómez y la tinta china son coloides? ¿Qué los productos de belleza como mascarillas y champúes son tensoactivos? ¿Que el grafeno puede sustituir a los actuales transistores de silicio? ¿Qué las pantallas de LCD están formadas por cristal líquidos?

La temática denominada Materia Condensada Blanda representa un área activa del conocimiento científico que involucra la interacción de disciplinas tales como la física, la química y la biología. Son fluidos complejos que abarcan una gran variedad de estados físicos los cuales son fácilmente deformables por tensiones o fluctuaciones térmicas. Representan situaciones intermedias entre sólidos (porque tienen propiedades anisotrópicas) y líquidos (ya que fluyen como ellos). Debido a esto, la materia blanda condensada es un término que se utiliza para referirse a los estados de la materia que no pueden ser descritos usando Teoría de Líquidos Simples o Teoría del Estado Sólido.

Ejemplos de materiales blandos son las suspensiones coloidales, los polímeros, las membranas biológicas, las cadenas de ADN, el petróleo, entre otros. A esta clase de materiales se les denomina blandos debido a que son mucho más sensibles que los materiales sólidos cuando se les somete a la acción de

perturbaciones externas (campos electromagnéticos, campos de velocidad, campos de presión, etc). Por su gran impacto científico y tecnológico, los materiales blandos han sido objeto de investigación durante las últimas tres décadas.

Los métodos necesarios para entender y describir las propiedades de los materiales blandos van desde las formulaciones teóricas, pasando por aquellas de la simulación computacional, hasta el uso de dispositivos experimentales que involucran procesos tales como la interacción de la radiación con la materia (dispersión de luz, rayos X o neutrones). Es por esta razón que para poder conocer las propiedades (físicas, químicas y biológicas) de los materiales blandos resulta indispensable y necesario la colaboración activa de investigadores de las diferentes disciplinas científicas. Esto hace al campo de la materia condensada blanda único, pues es una de las pocas áreas de investigación de carácter multi- e inter-disciplinario.

Se considera que el término materia blanda lo propuso Pierre-Gilles de Gennes, físico francés ganador del Premio Nobel de Física en 1991, por "*el descubrimiento y desarrollo de métodos avanzados para estudiar los fenómenos simples de los materiales, para crear formas más complejas de materia, en particular, cristales líquidos y polímeros*".

Desde 2006 se publica la revista *Soft Matter* de la Royal Society of Chemistry, la cual es un

foro único para la comunicación de la ciencia fundamental que sustenta el comportamiento de la materia blanda y donde hay un enfoque particular en la interfase entre la física, la ciencia de materiales, la biología, la ingeniería química y la química.



Pierre-Gilles de Gennes
(1932-2007)

Ejemplos de materia blanda condensada lo tenemos en los coloides, que son sistemas físico-químico formado por dos o más fases, principalmente una continua, normalmente fluida, y otra dispersa (en menor proporción) en forma de partículas, que suelen ser sólidas. Macroscópicamente, se distinguen porque quedan como una estructura gomosa al evaporarse. Algunos ejemplos de coloides son el aire, la niebla, el humo, entre muchos otros. Los geles son sistemas coloidales donde la fase continua es sólida y la dispersa es líquida. Éstos presentan una densidad similar a los líquidos, a pesar de tener una estructura semejante a los sólidos. Un ejemplo muy común es la gelatina.

Tanto los tensoactivos como las espumas están también considerados como materia blanda. Los primeros son sustancias que influyen en la superficie de contacto entre dos fases al modificar la tensión superficial, como por ejemplo los detergentes. Así mismo, las espumas que son sistemas complejos consistentes en una serie de burbujas polidispersas resultantes de la acumulación de gases, tanto de sustancias líquidas como sólidas.

Otras de las sustancias clasificadas como materia blanda condensada, son los polímeros que son macromoléculas formadas por la unión

repetida de una o varias moléculas (monómeros), mediante enlaces covalentes. Dependiendo de su origen, los polímeros pueden ser naturales o sintéticos. Los sintéticos suelen contener entre uno y tres tipos de unidades diferentes repetidas, los que en muchos casos se denominan copolímeros. En cambio, los polímeros naturales o biopolímeros, como las proteínas, la celulosa o el ADN, poseen estructuras mucho más complejas.

Otro tipo de materia blanda condensada son los cristales líquidos que presentan un estado de agregación de la materia que se encuentra en una fase intermedia entre un líquido y un cristal sólido. Estas sustancias poseen una estructura ordenada y a la vez fluida, y se encuentran en una fase intermedia entre un líquido y un sólido cristalino, lo que hace que formen mesofases. Sus moléculas pueden fluir, pero están ordenadas como un cristal, de forma que se pueden desplazar en un solo plano. Las orientaciones que tome el sistema pueden cambiar en presencia de un campo eléctrico o magnético. Ejemplos de cristal líquido son los fosfolípidos y las fibras de mielina.

El estudio de la materia condensada blanda es de suma importancia ya que proporciona una fuente de información sobre la naturaleza (polímeros naturales o membranas biológicas) además de un avance en el estudio de materiales de interés tecnológico como los nuevos materiales.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- R. Castañeda. Universidad de Guanajuato, <http://www.revistac2.com/>. 2007.
- “The Nobel Prize in Physics 1991”. Nobelprize.org.
- WCK Poon, D Andelman, Soft condensed matter in molecular and cell biology. CRC Press, Taylor & Francis. Ed. 2006.
- Brenes, Materia Condensada: Líquidos, Sólidos. Materia Blanda, Editorial Academia Española. 2013.

Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 10: El título de las publicaciones científicas

Enseñanza de la
Química

Manuel Álvarez Prieto

Departamento de Química Analítica, Facultad de Química
Universidad de La Habana
malvarez@fq.uh.cu



Este artículo es la continuación de la serie destinados a exponer un conjunto de principios del trabajo científico,¹ y todo un grupo de ideas que están relacionadas con esos principios. En el artículo anterior,² se expresaron opiniones sobre los tipos de artículos, la estructura, los elementos y las secciones que contienen, con énfasis en los tipos más comunes de ellos. El interés de exponer esas ideas está relacionado con la confección y publicación de artículos científicos, algo sumamente importante para el científico y que está vinculado al sexto principio recogido en el primer artículo de la serie.¹ **“Es necesario e importante divulgar los resultados de la investigación científica”**. Como se explicó en artículos anteriores de esta serie, la forma principal y más importante de divulgar esos resultados es su publicación como artículos científicos.

Con este artículo se inicia la presentación y discusión de normas y reglas encaminadas a confeccionar acertadamente los elementos y secciones que componen los artículos científicos del tipo más común. Ese tipo de artículos está dirigido a describir resultados científicos particulares y originales importantes, que por sí mismos constituyen un progreso científico. Estos artículos se denominan usualmente como “artículos generales” (o en inglés, *general papers* o *full*

papers), o simplemente artículos. Es decir, con este artículo se inicia la discusión *in extenso* de los elementos y secciones componentes de ese tipo de artículo científico.

Uno de los elementos iniciales que posee un artículo científico es su título. Con él se da la información básica sobre su contenido y objeto, y provoca la primera impresión en el lector potencial.



Figura 1. El título no debe ser ni muy extenso ni confuso.

Hoy en día los científicos tienen que revisar una enorme cantidad de trabajos relacionados con su labor. Artículos, monografías, memorias de eventos científicos, normas técnicas y muchos otros tipos de documentos deben ser

buscados en el enorme caudal de publicaciones científicas. Eso es especialmente notorio, cuando se inicia la investigación en un campo nuevo por el investigador. Así, un criterio inicial para la exploración de la literatura científica es utilizar el título de los trabajos como base para la búsqueda, aunque las denominadas palabras claves también juegan un papel importante. Además, los sistemas de indexado de trabajos científicos se basan en mucha medida en los títulos. Por esas razones, la exactitud en la elaboración del título permite encontrar más fácilmente un artículo de interés por parte de los lectores potenciales. Infortunadamente, quizá no siempre se le presta la debida atención a este importante elemento.

Day³ define un buen título como “*las palabras mínimas posibles que describen el contenido del artículo*”. Esta definición es sin lugar a dudas ambigua. Cabe preguntar, ¿qué se entiende por contenido del artículo? Sin embargo, constituye un punto de partida para entender qué se debe pretender en cuanto al título de un artículo científico.

La formulación del título, necesariamente encierra una contradicción: describir lo más completamente posible el contenido de un artículo, con el empleo de la mínima cantidad de palabras. Un título muy largo puede contener mucha información, pero puede ser engorroso e inoperante.

En el momento de formular el título de un artículo es necesario conocer las normas editoriales de la revista seleccionada y tomar en cuenta el círculo de lectores potenciales. Parece que a veces los autores envían artículos que inducen a pensar que ignoran dichas normas y que no cumplen con los requisitos que debe cumplir un buen título. Algunas revistas establecen límites para el número de palabras a incluir en el título, o pueden exigir que los títulos se expresen como frases y no oraciones. Otras revistas prohíben el empleo de subtítulos o la designación de los artículos como partes de una serie. Existen argumentos en pro y en

contra de esas limitaciones. Es recomendable leer la tabla de contenidos o índice de números anteriores de la revista. Por supuesto, las normas editoriales deben leerse cuidadosamente para conocer si se plantean pautas sobre el título. El autor de este artículo es partidario de no establecer muchas limitaciones en cuanto al título, aunque sí hay normas que deben respetarse, como se verá más adelante.

Los títulos pueden formularse de muchas maneras. Por ejemplo, una breve descripción, una afirmación, una pregunta o una negación. La primera es la forma más socorrida. Ejemplos de ella son: “*Traceability in routine chemical measurements: an example of application in the determination of CO₂ at atmospheric concentration*”⁴ y “*Practical ways in establishing traceability in chemical and other measurements in Mexico*”.⁵

Ejemplos de títulos en forma de una pregunta que resulte atractiva, son “*Do we really need detection limits?*”⁶, “*What do we do chemical analysis for?*”⁷ y también “*Do interlaboratory comparisons provide traceability?*”⁸. Esas preguntas pueden ser muy motivantes para el lector potencial: tienen “gancho”. Suelen ser preguntas que tal vez nadie se ha formulado anteriormente, que pueden ser trascendentales, o que ponen en dudas afirmaciones bien aceptadas como verdades.

También puede ser una negación enfática como “*Establishing degree of equivalence does not mean providing traceability*”⁹ y “*Metrological traceability is not always a straight line*”.¹⁰ Esas negaciones constituyen una sentencia firme o pueden señalar la principal conclusión obtenida.

El título de un artículo es, sin dudas, el elemento que es más leído y que se lee primero.¹¹ En el título deben evitarse palabras que no aportan mucho, tales como “Investigación sobre...”, “Estudio sobre...”, “Resultados de...”, etc. Por otro lado, títulos

muy escuetos generalmente resultan muy generales y no suficientemente específicos sobre el objeto de estudio. Un ejemplo pudiera ser “Análisis de aluminio”, sin especificar nada sobre el método utilizado y los componentes cuyas concentraciones se determinan. Otro ejemplo puede ser “Modificaciones de péptidos naturales”, sin especificar cuáles péptidos, las modificaciones realizadas y cómo se realizaron.

De acuerdo a Peat *et al.*,¹² los títulos efectivos tienen las siguientes características:

- Identifican el asunto principal del artículo.
- Comienzan con el tópico principal del artículo.
- Son exactos, no ambiguos, específicos y completos.
- No contienen abreviaturas (y acrónimos), a menos que sean bien conocidos por el círculo de lectores hacia el cual va dirigido el artículo.
- Resultan atractivos para los lectores.

Branson¹³ plantea que el título es importante por varias razones. El título alerta al lector sobre el tema del artículo. En la medida que esté bien escrito, crea curiosidad y atrae a los lectores a conocer su sustancia. Sin embargo, la principal función del título es describir la investigación y sus resultados. Los títulos deben describirlos sucintamente. Los que son muy largos no resultan ventajosos. Debe evitarse que exageren el contenido del artículo y no deben contener alusiones a aspectos comerciales. Hay que tomar en cuenta aspectos tales como las palabras que contienen, su extensión y la sintaxis. Deben ser específicos. El título debe expresar qué puede esperar el lector sobre su contenido, y si es importante para su búsqueda bibliográfica. Hay que respetar al lector: brevedad, pero claridad.

Annesley¹⁴ también establece una serie de requisitos que deben tener los títulos.

- Deben ser concisos, pero deben constituir un balance entre la descripción apropiada del contenido del artículo y evitar

confundir al lector con demasiadas palabras.

- No deben incluir palabras innecesarias y redundantes como “Estudio de...”, “Investigación sobre...”, “Desarrollo de...”, “Observación de...”, por ejemplo.
- Similarmente deben evitarse adjetivos como “nuevo”, “desarrollado”, “validado”, “sensible”, etc.
- Debe evitarse una redacción ambigua, que pueda originar diferentes interpretaciones. La sintaxis y el orden de las palabras pueden conducir a diferentes interpretaciones, y se requiere que conduzcan a un solo significado.
- Aunque corto en lo posible, el título debe ser suficientemente informativo. Si es demasiado corto e incompleto, le informará poco al lector sobre el tema del artículo.
- Deben emplearse inteligentemente las palabras claves y otros términos. Ellos juegan un rol importante y deben seleccionarse cuidadosamente. Los que se seleccionen deben emplearse a lo largo del artículo. Son también importantes porque se emplean en los sistemas de indexado y las máquinas de búsqueda en Internet. Asimismo, deben evitarse términos genéricos muy generales que contengan varios significados. Si son muy generales, pueden ensanchar demasiado la búsqueda mediante esas herramientas. Además, esas palabras claves deben colocarse al inicio del título (si es posible) ya que los motores de búsqueda incluyen a menudo solo las primeras 6-7 palabras del título.
- Deben evitarse las abreviaturas. En primer término las abreviaturas pueden confundir a los lectores si no son expertos en el tema del artículo. En segundo término, a menos que la abreviatura esté bien aceptada y empleada por los sistemas de indexado, puede que no se registre en ellos

apropiadamente y el artículo puede pasar inadvertido para los lectores interesados.

• Cuando las revistas aceptan acrónimos muy bien establecidos y definidos, pueden emplearse en el título. No obstante, si se usan hay que tener en cuenta que sus significados pueden ser desconocidos por lectores que no son especialistas en el tema.

El formato del título depende exclusivamente de las normas de edición de la revista. Pueden aparecer con mayúscula sólo la letra inicial del título, o las letras iniciales de las palabras componentes o todas las letras. El autor de este artículo prefiere el primer caso, pero con la salvedad de que los nombres propios deben iniciarse con mayúscula.

Los títulos pueden formularse al inicio, durante y posteriormente a la redacción de un artículo. Quizás sea un asunto de estilo individual, de la forma de trabajar. Si la investigación se ha realizado desde un principio con claridad de objetivos y se han identificado manifiestamente los problemas científicos a resolver, el título puede quedar bien definido desde un inicio. Si se considera que un título apropiado puede surgir durante o al finalizar la redacción del artículo, entonces es apropiado formularlo durante esas etapas. En todo caso, e independientemente de en cuál momento se haya redactado, es conveniente plantearse al final si es apropiado y describe acertadamente el contenido del artículo.

Epílogo

Es casi seguro que el lector que haya leído cuidadosamente lo expuesto en este artículo, se detendrá más a pensar en cómo debe escribir el título de su artículo. Si se alcanza eso, entonces este artículo ha cumplido su principal propósito: llamar la atención y lograr la reflexión sobre tan importante asunto. Este artículo se ha escrito con el pensamiento puesto principalmente en los científicos bisoños. 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.

REFERENCIAS

1. Álvarez Prieto, M. Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 1, *Encuentro con la Química*, **2015**, 1, No. 2, 38-41.
2. Álvarez Prieto, M. Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 9: La estructura de los artículos científicos, *Encuentro con la Química*, **2018**, 4, No. 1, 24-31 y referencias que contiene.
3. Day, R.A. How to Write and Publish a Scientific Paper, 2do Ed. ISI Press, Philadelphia. **1983**.
4. Sega, M., Plassa, M., di Meane, E. *Accred. Qual. Assur.*, **2001**, 6, 306-309.
5. Mitani, Y., Pérez-Castorena, A. *Accred. Qual. Assur.* **2003**, 8, 461-466.
6. Thompson, M. *Analyst*, **1998**, 123, 405–407.
7. Álvarez-Prieto, M., Jiménez-Chacón, J., *Accred. Qual. Assur.* **2015**, 20, 139–146.
8. De Bièvre, P. *Accred. Qual. Assur.*, **1999**, 4, 342-346.
9. De Bièvre, P. *Accred. Qual. Assur.*, **2002**, 7, 227.
10. Priel, M. Amarouche, S., Fisicaro, P., *Accred. Qual. Assur.*, **2009**, 14, 593-599.
11. Derntl, M., Basics of Research Paper Writing and Publishing, bajado el 20 de diciembre de **2011** de www.univie.ac.at.
12. Peat, J., Elliott, E., Baur, L., Keena, V. Scientific Writing - Easy when you know how. BMJ Books, London. **2002**.
13. Branson, R.D. Anatomy of a research paper, *Resp. Care*, **2004**, 49, 1222-1228.
14. Annesley, T.M. The title says it all, *Clin. Chem.* **2010**, 56, 357–360.

Los universitarios cubanos en el contexto actual de la enseñanza: V Festival de la Clase *Félix Varela*

Enseñanza de
la Química

Yadiel Vázquez Mena

Estudiante de Cuarto Año de Licenciatura en Química
Facultad de Química, Universidad de La Habana
yvazquez@estudiantes.fq.uh.cu



La universidad es una institución creada para lograr la formación de un profesional con determinados niveles de preparación requeridos para un desenvolvimiento útil en la sociedad, este es el llamado *encargo social o problema fundamental que se le plantea a la escuela*.¹ El egresado de la educación superior debe ser capaz de resolver problemas propios de la profesión con determinados índices de calidad en su labor, tal y como la sociedad espera de él.

La formación es una de las principales categorías de la Pedagogía. Investigadores cubanos del Instituto Central de Ciencias Pedagógicas² plantean que la Ciencia Pedagogía estudia el fenómeno de la educación y reconocen como su problema cardinal la formación del hombre, formación que tiene como características esenciales: proyección social, orientación humanista y carácter transformador.

Los educadores (directivos, profesores, tutores) juegan un papel fundamental en el proceso de formación del profesional, aunque estos no son los únicos encargados de la preparación de la fuerza altamente calificada, los estudiantes universitarios desde el movimiento de alumnos ayudantes *Frank País* participan en este proceso. La Federación Estudiantil Universitaria (FEU) cuenta hoy con más de 5 000 de sus miembros en el

movimiento de alumnos ayudantes *Frank País*, quienes apoyan la docencia en sus propias universidades, y casi 1 000 están vinculados a la tarea *Educando por amor*.³ Con ambas tareas se tributa de manera especial a la buena marcha del proceso docente-educativo, tanto en la enseñanza general como en la educación superior. Además, el claustro de profesores de la universidad cada año se nutre de estudiantes egresados de la propia institución que los formó, teniendo, en general, una escasa experiencia docente al inicio de su ejercicio profesional, que es muchos casos prácticamente nula. La universidad tiene ante sí una gran responsabilidad, contemplada en las transformaciones del Ministerio de Educación Superior, mejorar la calidad de la clase a partir de una participación activa y creadora de los estudiantes. Referidas a este empeño son muy acertadas las palabras de Nuestro Apóstol cuando escribió “... *todo alumno que progresa es un maestro que nace*”.⁴

Un acuerdo relevante en el desarrollo de la pedagogía ha tenido el criterio de que toda persona es potencialmente creadora, este presupuesto ha sido trascendental para la investigación y ejecución de sistemas didácticos dirigidos a desarrollar la creatividad en los educandos, profesores y estudiantes que se desempeñen en la tarea de enseñar.

Es preciso señalar que entendemos por creatividad a “*la actividad desarrollada por individuo, grupo, institución, comunidad o sociedad en su conjunto, que se caracteriza por el descubrimiento o la producción de ideas, objetos, procesos, estrategias o productos novedosos, que contribuyen a la solución de problemas y a la sostenibilidad y el progreso social*”.⁵

Un ejemplo reciente del interés en la búsqueda de un verdadero protagonismo de los estudiantes en las actividades docente-educativas desarrolladas en el seno de sus universidades para lograr una mejora de la clase es el evento V Festival de la Clase “Félix Varela”, realizado este curso 2017-2018. El encuentro transcurrió en varias etapas, comenzando en todas las facultades e instituciones pedagógicas cubanas hasta concluir en su sede nacional: sede *Juan Marinello Vidaurreta*, de la Universidad de Matanzas. La Atenas de Cuba fue seleccionada debido a los destacados resultados del contingente de alumnos ayudantes *Educando por Amor* de la provincia, que constituyeron un decisivo apoyo en la educación a niveles precedentes en el territorio yumurino. Fueron convocados todos los estudiantes universitarios con la disposición de exponer la concepción metodológica de la clase en cualquiera de sus tipos de enseñanza, demostrando creatividad, alto sentido de responsabilidad y compromiso con la labor formativa de la educación; no solo a los miembros del movimiento de alumnos ayudantes *Frank País*. La importante cita honra el 230 aniversario del natalicio de Félix Varela y Morales, el 150 del inicio de la gesta independentista, el 65 del asalto a los Cuarteles Moncada y Carlos Manuel de Céspedes y el 95 de la FEU.

Como parte del evento, en el que primó la calidad de la defensa de las ponencias e investigaciones, se discutieron en diferentes comisiones clases de variados temas: las ciencias naturales y exactas, ciencias de la

educación, educación infantil, ciencias naturales y agronomía, así como ciencias sociales y humanidades. Además de una serie señalamientos, críticas y consejos en busca de mejorar cada una de las clases, y de esta forma la incipiente formación pedagógica de los estudiantes que participaron, fue un espacio propicio para la discusión de otras temáticas de interés. Entre ellas las exigencias de la época en la enseñanza, por ejemplo, la generación y velocidad del conocimiento que caracteriza esta era de la información, exige de habilidades específicas para la búsqueda, procesamiento y fijación de la misma, lo cual muy pocas veces constituye proyecciones previstas en el perfil profesional. Otro aspecto comentado fue la necesidad de adquirir habilidades de comunicación interpersonales en equipos multidisciplinarios, dada la necesidad actual del trabajo coordinado y correctamente articulado en grupos de diversos especialistas producto a la complejidad de los objetos de estudio que el desarrollo científico impone actualmente.

Con la entrega de los premios del evento, una mención, un destacado y un relevante por comisión, se hicieron notables los esfuerzos que se realizan en todo el país para lograr motivar la investigación pedagógica entre los miembros del movimiento de alumnos ayudantes y los estudiantes en general, destacándose dos de las universidades cubanas de mayor tradición, la Universidad de La Habana y la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, esta última seleccionada como la próxima sede del festival por los buenos resultados alcanzados. Es válido señalar que la Facultad de Química de la Universidad de La Habana fue la única facultad de enseñanza no pedagógica que recibió dos premios en una misma comisión: mención al estudiante de segundo año Rubén Parra Cabrera (Figura 1, quinto de derecha a izquierda) y relevante al estudiante Yadiel Vázquez Mena (Figura 1, cuarto de derecha a izquierda) en la comisión de Ciencias Naturales y Agronomía.



Figura 1. Estudiantes de la Universidad de La Habana que participaron en el V Festival Nacional de la Clase Félix Varela

Raúl Alejandro Palmero Fernández, presidente nacional de la FEU y miembro del Consejo de Estado dijo: “*Más que una movilización, este Festival de la Clase constituyó un ejercicio de perfeccionamiento y de intercambio de experiencias. Cuando desarrollamos encuentros como este transmitimos valores y nutrimos a la pedagogía cubana del dinamismo que tanto le hace falta*”. De esta forma el importante dirigente estudiantil puntualiza cuales son los principales resultados logrados y las aspiraciones del evento. Sin duda alguna esta experiencia constituye una contribución de los estudiantes a elevar la calidad de la clase y de esta forma a la formación de los futuros profesionales.

REFERENCIAS

1. C. Álvarez de Zayas, *Editorial Academia, La Habana. 1999*, 99.
2. Colectivo de autores, *ICCP, La Habana, 2000*, 20-35.
3. R. A. Palmero, *Entravista en el programa radio-televisivo Mesa Redonda. 2018*
4. J. J. Martí, *Revista Universal, México. 1876*, 411
5. G. Borroto en *Preparación Pedagógica para Profesores de la Nueva Universidad Cubana, Editorial Universitaria Félix Varela, La Habana, 2009*, 154-183
6. C. Álvarez de Zayas, *Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, 1989*, 202-256.
7. G. Borroto, *Revista Enseñanza Universitaria, No. 24, Universidad de Sevilla, 2005*, 176-206.
8. M. Cáceres, *Revista Iberoamericana de Educación, 1997*, 1681-5653.
9. G. García, *Editorial Pueblo y educación, La Habana, 2002*, 456-589.

Un acercamiento a la Historia de la Química en Cuba: de la Colonia hasta 1959

Historia de la
Química

Rebeca Vega Miche

Facultad de Química
Universidad de La Habana
vega@fq.uh.cu



Los historiadores acostumbran a encuadrar en etapas o periodos el desarrollo de los hechos políticos, económicos y sociales que acontecieron en la sociedad bajo su estudio. Estas etapas no son arbitrarias y constituyen la base metodológica para poder organizar los datos factuales y extraer las conclusiones pertinentes. Para escribir la historia de la Química en Cuba, en este trabajo se adoptará la clasificación más general y habitual en que se divide la historia de nuestro país: la Colonia, la República entre 1902 y 1959, y la Revolución a partir de 1959. En este artículo abordaremos la historia hasta 1959.

LA QUIMICA EN LA COLONIA

El desarrollo de la Química en Cuba comienza a fines del siglo XVIII y esto no es casual. Hay tres hechos en la historia universal que lo propician: la revolución industrial con la introducción de la máquina de vapor en los procesos industriales, el establecimiento del primer sistema conceptual de la Química y del método analítico en el trabajo de los laboratorios, y la Ilustración que propulsó el conocimiento cultural y científico en Europa y, por consiguiente, en las colonias.

La economía colonial de Cuba en el siglo XVIII experimentó una etapa de auge debido al levantamiento parcial de las medidas proteccionistas de la metrópoli y consecuentemente el aumento del comercio.

Las exportaciones de la isla consistían básicamente en producción de azúcar de caña y en menor medida, ganado, azúcar, tabaco, café, miel, cera frutos menores, aguardiente, algodón, añil, animales domésticos y mineral de cobre. La introducción de la máquina de vapor en la fabricación del azúcar permitió la sustitución de los viejos trapiches movidos por bueyes o mano de obra esclava por una producción fabril más eficiente y productiva.



El aumento de la riqueza de los hacendados azucareros y terratenientes cubanos, así como la influencia francesa de los emigrados de Haití se dejaron sentir en el nivel de vida de la sociedad, con mejoras notables en las edificaciones y construcciones, calles y alamedas; la cultura progresó con la circulación de periódicos, florecen la literatura y las artes, y se abren paso entre la intelectualidad los conocimientos científicos.

Los avances en medicina y farmacia, las innovaciones relacionadas con la producción y elaboración del azúcar, la calidad de aguas y suelos, preocupan a los criollos que se percatan de la importancia de la Química para la

economía del país. Hay tres instituciones que propiciaron la introducción de la Química en Cuba: la Real Sociedad Económica de Amigos del País, el Seminario de San Carlos y San Ambrosio, y la Real y Literaria Universidad de La Habana.



Sello de la Real Sociedad de Amigos del País



Seminario de San Carlos y San Ambrosio



Universidad de La Habana

En 1793, el censor de la Real Sociedad de Amigos del País, Don Nicolás Calvo y O'Farrill plantea la necesidad de crear una clase de Química para formar el personal de la industria azucarera, promoviendo una suscripción para la recogida de fondos. No fue hasta 1819 que la Sociedad designa al profesor francés M. de Saint André para ocupar la clase de Química y le autoriza viajar a Francia para la compra de los instrumentos y materiales requeridos. Desafortunadamente a su regreso de Francia, Saint André contrae la fiebre amarilla y fallece. La clase es impartida, durante seis meses en 1820, en tres habitaciones del hospital de San Ambrosio donde se montan los instrumentos y aparatos comprados en Europa para la realización de los experimentos. El profesor fue el médico anatomista y patólogo italiano José Tasso quien, refugiado de las guerras napoleónicas, regresa a Europa a finales del año 20.

La Sociedad Económica de Amigos del País influyó también en la formación del primer químico cubano de que se tiene referencia. José

Estévez y Cantal (1771-1841) fue médico y alumno de Don Tomás Romay,¹ el cual lo propuso para formarse como botánico bajo la tutela de Martin Sessé y Lacasta (1751-1808), director de la Real Expedición Botánica a Nueva España. Entre 1796 y 1797, Estévez participó en las expediciones de Sessé en Cuba y Puerto Rico, para estudiar y clasificar la flora del territorio. A instancias de la Sociedad Económica de Amigos del País, los viajes de Estévez fueron subvencionados por el Consulado de Comercio de La Habana. Entre 1804 y 1810, continuó sus estudios en España y allí tomó, entre otras materias, cuatro cursos de química en Madrid bajo la dirección de Proust.² A su regreso a Cuba, Estévez dominaba correctamente los métodos de análisis cualitativo y cuantitativo de sustancias y mezclas y, en 1814, realizó el análisis de la píldora de Ugarte que se empleaba para combatir la fiebre amarilla y otras enfermedades, sin conocer su composición, resultando estar compuesta por nitrato de mercurio. Entre otros trabajos de Estévez se

¹Tomas Romay y Chacón (1764-1849). Médico cubano. Introdujo la vacuna de la viruela en Cuba.

² Joseph Louis Proust (1754-1826). Farmacéutico y químico francés, quien formulara la Ley de las Proporciones Definidas.

hallan el análisis químico de las aguas de San Diego y sus preparaciones farmacéuticas de láudano, y tintura de hierro.

En 1829 Don Francisco de Arango y Parreño,³ figura notable de la intelectualidad criolla, expresa, en la Real Sociedad de Amigos del País la necesidad de crear una Escuela de Química que sirviera, entre otras funciones, para establecer medidas técnicas referentes a la elaboración del azúcar.



Varela



Saco



Luz y Caballero

En el año académico de 1813-1814, en el Seminario de San Carlos, el presbítero Félix Varela y Morales (1788-1853) introduce la enseñanza experimental de la Química y la Física en sus clases de la Cátedra de Filosofía. Varela, aunque mucho más profesor de Filosofía y Física que de Química, no ignoró la importancia de esta ciencia y en sus “*Lecciones de Filosofía*”, edición de 1824, dedica el capítulo I del Tomo III a la Química, a dar la clasificación de los compuestos, su nomenclatura y usos, a describir los métodos de análisis y de síntesis y los instrumentos químicos de la época. Varela también tradujo del inglés el libro de Humphry Davy⁴ “*Elementos de Química aplicados a la Agricultura*”.

El Seminario de San Carlos y San Ambrosio fue una institución de gran influencia en el desarrollo de la educación y de la cultura cubana hacia fines del siglo XVIII y comienzos del XIX. Durante ese periodo el seminario alcanzó un renombre científico muy superior a la Real y Pontificia Universidad de San Gerónimo de la Habana. La enseñanza de la Química en los muros del seminario se debe a tres grandes intelectuales cubanos.

En 1822, José Antonio Saco y López Cisneros (1797-1879) sustituye a Varela en la Cátedra de Filosofía del Seminario, cuando este marcha a España como diputado a las Cortes por La Habana. Saco amplió el programa de Química llevándolo a la altura de cualquier cátedra en Europa y publicó, en 1823, el texto “*Explicación de algunos tratados de física escritos por don José Antonio Saco*”, cuyo primer capítulo es una recopilación de las propiedades físicas, químicas y métodos de obtención de los gases más importantes conocidos en su época. Además, en su ensayo “*Memoria sobre la vagancia en la Isla de Cuba*”, promovió la conveniencia de crear una Cátedra de Química en la Universidad de La Habana.

En 1824, Saco emigra a los Estados Unidos y lo sustituye en el Seminario Don José de la

³ Francisco de Arango y Parreño (1765- 1837), intelectual, abogado y hacendado criollo, promotor del desarrollo de la agricultura y el comercio en Cuba. Desempeñó varios cargos en la vida política entre los que se destacan: miembro fundador de la Real Sociedad Económica de Amigos del País (1791), director de la Sociedad Patriótica de la Habana (1797), diputado

a Cortes (1812, Consejero de Estado (1820) y superintendente de Hacienda (1824).

⁴ Humphry Davy (1778- 1829), químico británico, fundador de la electroquímica.

Luz y Caballero (1800-1862). Luz y Caballero, fue probablemente alumno del químico norteamericano Robert Hare, aunque sí consta que asistió en París a las lecciones de Química de Dumas⁵ y del barón de Thenard,⁶ siendo el primero miembro del tribunal que lo examinó. Conoció y trató personalmente, además, a Gay-Lussac⁷ y a Mitscherlich⁸ y valoró los trabajos sobre electrólisis de Davy. Luz y Caballero comprendió claramente la necesidad de difundir la enseñanza de la Química y solicita en 1833 la creación de una cátedra en la Universidad, en el marco de su proyecto “Instituto Cubano”. En el informe para la creación del Instituto Cubano, se hallan, además de los datos concretos para la enseñanza de la Química, la “Nota de los Aparatos y Utensilios más necesarios para un Curso de Química General”, “Lista de los reactivos más necesarios para un Laboratorio de Química” y finalmente los “Libros más necesarios para el uso de las clases de Química y Física”.

En 1836, el gobierno español decide crear la “primera cátedra de Química”, entendiéndose así, que las lecciones de esta ciencia dadas hasta el momento no podían considerarse como cursos verdaderos y regulares. Para ocupar esa

cátedra fue nombrado el químico español Don José Luis Casaseca y Silván.⁹ La cátedra se inauguró en 1837, bajo la dependencia de la Real Junta de Fomento de La Habana y se impartieron en ella cuatro cursos de Química.

En 1842, la Real y Pontificia Universidad de La Habana se seculariza, con una peculiar estructura: tres facultades mayores (Medicina, Leyes y Farmacia) y una facultad menor de Filosofía. Tanto la Facultad de Farmacia como la Facultad de Filosofía contaron con una cátedra de Química que fueron ocupadas, la primera, por el químico farmacéutico Joaquín Fabián de Aenlle y Monjiotti (1825-1869) y la segunda por Cayetano Aguilera y Navarro (1819-1880), ambos discípulos de Casaseca.¹⁰ Se dispuso también la creación de un “Colegio Universitario”, destinado a la ampliación y aplicación práctica de los estudios superiores, y Casaseca fue nombrado Catedrático de Física y Química aplicadas a la Industria y Agricultura del País. Este Colegio no pasó de ser un mero proyecto oficial, pero sin embargo su Cátedra de Física y Química se creó y funcionó hasta 1849. No fue hasta 1863 que se creó la Facultad de Ciencias Naturales con una cátedra de Química General ocupada por Aguilera.



Casaseca



Aenlle



Aguilera

⁵ Jean-Baptiste Dumas. (1800-1884). Químico francés. Profesor de la École centrale Paris.

⁶ Louis Jacques Thénard (1777-1857). Químico francés. Descubridor del boro.

⁷ Louis Joseph Gay Lussac (1778-1850). Químico y físico francés conocido por la ley de los gases que lleva su nombre.

⁸ Eilhard Mitscherlich (1794-1863). Químico alemán. Descubridor de la ley del isomorfismo.

⁹ José Luis Casaseca y Silván (1800-1869) fue alumno y ayudante de Thénard en el Colegio de Francia, después estudió Química con Louis Nicolas Vauquelin y obtuvo el título de

Licenciado en Ciencias en la Facultad de París, estando constituido el tribunal de grado por los conocidos químicos, Gay-Lussac, Thénard y Dulong.

¹⁰ Entre sus discípulos también se pueden mencionar a Antonio Caro y Cerecio, profesor de Física experimental de la UH; Ramón Zambrana (1817-1866), profesor de Medicina Legal y Toxicología; los doctores José Gandul y José Sarrá; el licenciado en Farmacia Ramón Ma. De Hita y Rensolí (1819-1887); y el ilustre químico Álvaro Reynoso y Valdés.

En 1847, a nombre de la Junta de Calificación de los Productos del País, el profesor Casaseca presentó una memoria acerca del estado de la agricultura y sus diversas ramas. En esa memoria, Casaseca plantea la necesidad de realizar análisis de los suelos, abonos, cenizas de plantas, aguas potables, minerales y los propios vegetales. A raíz de esa exposición, la Real Sociedad Económica, la Real Junta de Fomento y el propio Gobernador Capitán General Conde de Alcoy, apoyan el proyecto de Casaseca de crear el “Instituto de Investigaciones Químicas”: “... *exclusivamente destinado a los análisis de los productos naturales y de los agrícolas de nuestro suelo, con aplicación a la higiene, a la industria en general, y especialmente a la agricultura cubana, a la industria azucarera y a todas las manufacturas fundadas en el aprovechamiento de las materias primas que dicha agricultura suministrar pudiere*”.

El Instituto de Investigaciones Químicas¹¹ se crea en ese mismo año con Casaseca como director. A pesar de los objetivos antes declarados, los trabajos del Instituto estuvieron dirigidos a garantizar, en primer lugar, los requerimientos de una producción industrial encaminada a la fabricación de velas, bebidas alcohólicas, tabaco y azúcar, relegando a un segundo plano los trabajos relativos a la salud pública y la agricultura.

Hasta 1856 se realizaron allí 123 determinaciones analíticas, entre las cuales se encuentran análisis de agua y minerales, y 162 reconocimientos médico-legales. Estos trabajos se llevaron a cabo en medio de grandes dificultades materiales, falta de instrumentos y utensilios de laboratorios, insuficiente personal, otras responsabilidades oficiales del profesor Casaseca, e incluso contra algunos intentos de suprimir el Instituto. En el libro de Luis. F. Le

Roy, “*Apuntes para una Historia de la Química en Cuba*”, aparecen los títulos de algunas de las publicaciones realizadas por Casaseca. En 1856, debido a razones de enfermedad, Casaseca renunció como Director del Instituto y regresa a España.

En 1858, es designado Álvaro Reynoso y Valdés (1829-1888) como director del Instituto de Investigaciones Químicas, quien paralelamente desempeñó la Cátedra de Química aplicada a la Agricultura de la Escuela General Preparatoria. Reynoso contó con mejores condiciones de laboratorio para su trabajo en Cuba ya que la Real Sociedad Patriótica sugirió al Gobierno la compra del laboratorio y biblioteca, traídos por el propio Reynoso desde París.

No es posible un acercamiento a la Química en Cuba en el siglo XIX sin mencionar brevemente algunos datos sobre Reynoso, quien es considerado el químico cubano más importante de la época.

Álvaro Reynoso, discípulo de Casaseca, se graduó de Bachiller en Ciencias, primero en la Universidad de La Habana en 1846, donde también cursó algunas asignaturas de la carrera de Medicina. Comenzó en 1848 el doctorado en Ciencias Físico-Químicas en la Universidad de París, bajo la tutoría de Robin¹² a la par que desarrolla investigaciones sobre la diabetes mellitus en el laboratorio experimental de bioquímica de Pelouze¹³ donde pudo a los avances en química orgánica. Aún sin graduarse, fueron premiados varios de sus trabajos y publicados en el *Comptus Rendus*. Se gradúa en 1856 con el trabajo de tesis: “*Investigaciones sobre la formación del éter*” con un tribunal presidido por Dumas. En 1857 y atendiendo al prestigio alcanzado como químico, Reynoso es nombrado, sin oposición, Catedrático de Química de la Universidad

¹¹ Desde 1848 hasta 1857, el Instituto funcionó en la calle Escobar No. 166, entre Salud y Reina, se traslada en 1858 a San Nicolás No. 40, entre Virtudes y Estrella, en La Habana. En 1856 se subordina a la Real Sociedad Económica de la Habana, hasta su disolución en 1868.

¹² Edouard Robin. Notable químico francés de mediados del siglo XIX.

¹³ Théophile-Jules Pelouze (1807 - 1867) Químico, profesor en el Collège de France y en la École Polytechnique.

Central de Madrid. Entre 1848 y 1872 mantiene correspondencia científica sistemática con su profesor Robin, y con los químicos Pelouze, Dumas, Berthelot,¹⁴ Saint Hilaire,¹⁵ Wohler¹⁶ y Liebig,¹⁷ entre muchos otros.

Durante su formación en Europa Reynoso pudo apreciar las ideas de Liebig acerca del metabolismo de las plantas y el surgimiento de las instituciones experimentales agronómicas alemanas. Por ello, a su regreso a Cuba, él

cambia los propósitos del Instituto de Investigaciones Químicas de La Habana y lo convierte en una estación agrícola. En 1862, Álvaro Reynoso publica su principal obra “*Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar*”, donde se exponen los resultados de la aplicación de los principios químicos al cultivo de la caña de azúcar. Esta obra fue traducida a varios idiomas y se convirtió en la guía de todos los cultivadores de esta planta.



Alvaro Reynoso



Portada y primera página de una edición reciente del trabajo de Reynoso

En 1864 parte nuevamente a Europa con el objetivo de ensayar un nuevo método de cristalización de azúcar, ideado por él, que empleaba el frío en lugar del calor para la extracción del azúcar, y un nuevo defecador, el de alúmina para la separación de las impurezas. Estas innovaciones de Reynoso no prosperaron por consideraciones de tipo prácticas en la industria. En 1868, estando Álvaro Reynoso en París, el gobierno español disuelve el Instituto de Investigaciones Químicas, quedando cesante su director. La estancia de Álvaro Reynoso en Europa se prolonga por 19 años, realizando allí varios trabajos de negocios relacionados con la química industrial. A su regreso a La Habana, en 1883, es nombrado Comisario Regio de Agricultura, cargo que desaparece al cabo de un año. Álvaro Reynoso continuó realizando investigaciones agroquímicas sobre varios

cultivos en el patio de su casa, en el barrio del Cerro. Fallece en 1888, después de varios años de estrecheces económicas.

A mediados del siglo XIX, se funda una última institución por la cual habían luchado los científicos cubanos desde 1826, y que jugó un importante papel en el desarrollo de las ciencias y la cultura de nuestro país, contribuyendo además al fortalecimiento de la nacionalidad cubana. La Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana, fue creada en 1861 y las funciones de sus académicos estaban vinculadas a la medicina y al estudio de los recursos naturales de Cuba. La publicación periódica “*Anales de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana*” fue una de las más importantes publicaciones científicas del país, editada de forma sistemática entre los años 1864 y 1958.

¹⁴ Marcellin Berthelot. (1827-1907). Químico orgánico francés. Profesor de La Sorbona y el Colegio de Francia. Se le considera uno de los fundadores de la termoquímica.

¹⁵ No queda claro si se trata de Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772 -1844) o de su hijo Isidore Geoffroy Saint-Hilaire (1805-1861), ambos naturalistas franceses.

¹⁶ Friedrich Wöhler (1800 -1882) Químico alemán, conocido por la síntesis de la urea.

¹⁷ Justus von Liebig (1803 -1873). Químico orgánico alemán, fundador de la agroquímica.



Edificio de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana sito en Cuba y Amargura en la Habana Vieja. Actualmente sede de la Academia de Ciencias de Cuba.

La sección de Ciencias Auxiliares de la Academia¹⁸ contó entre sus cinco miembros fundadores a los químicos Cayetano Aguilera, Joaquín de Aenlle y Alvaro Reynoso. Esta sección se ocuparía de todo lo relativo a la Física, la Química e Historia Natural y sus aplicaciones a la Farmacia y materia médica. En los estatutos se reflejan propósitos referentes a la Química, planteándose que: se analizarían las aguas minerales, designando su naturaleza para su utilización en la medicina; se clasificarían los seres naturales, tanto orgánicos como inorgánicos pertenecientes a Las Antillas y sobre todo a Cuba; se hallaría el modo de descubrir la falsificación de drogas y alimentos; y se enriquecería la materia médica con sucedáneos que reemplacen las medicinas exóticas.

En 1868 se inician las luchas por la independencia de Cuba y la actividad en Química que había alcanzado un nivel importante en la primera mitad del siglo decaen notablemente. No obstante, se puede señalar que otros hombres de fines de siglo, médicos, farmacéuticos, químicos, hicieron algunos trabajos en el campo de la Química. En 1868 ingresa en la Academia el catedrático de Química Orgánica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de La Habana, Manuel L de

Vargas Machuca y González del Valle (1834-1886).¹⁹ El médico Jorge Horstmann realiza el “Análisis químico cualitativo de las aguas de Santa María del Rosario”; Manuel Fernández de Castro (1825-1895), geólogo español, publica los trabajos “Estudio de las minas de oro, yeso y hierro oxidado en la Isla de Cuba” y “Notas sobre una mina de asfalto”; Joaquín Barnet y Ruiz (1842-1886), profesor de Química en la Facultad de Farmacia, murió rectificando éter en una retorta; y el doctor Joaquín Lastres y Juiz,²⁰ publica “Influencia de la Química en la civilización” y realiza exámenes físico-químico de la harina de maíz, de muestras de yeso, de la calidad del vino, entre otros.

En 1880 se instauró el doctorado en Ciencias Físico Químicas en la Universidad de La Habana, lo cual posibilitó la formación en Cuba en esta disciplina, que hasta ese momento solo era posible obtenerla en universidades extranjeras o como parte de las carreras de Farmacia o Ciencias Naturales. A pesar de la creación de la carrera la enseñanza de la Química adoleció de serias deficiencias ya que la enseñanza práctica y experimental era muy exigua. Justo es señalar la graduación en 1888 de la primera mujer de dicho doctorado, Digna Andrea del Sol Gallardo, quien formó parte de

¹⁸ Los otros dos sillones fueron miembros fueron ocupados por los biólogos Felipe Poey y Aloy y Andrés Poey y Aguirre.

¹⁹ Vargas Machuca, graduado de bachiller en Farmacia de la Universidad de La Habana, obtuvo el doctorado en esa disciplina en Madrid. En París realizó trabajos en el laboratorio de la escuela de medicina bajo la dirección del químico francés Adolphe Wurtz Vargas Machuca publicó 32 artículos en

diversas revistas, entre ellas, el *Eco de París* y los *Comptus Rendus*. Se destaca su memoria sobre “Alcoholes”.

²⁰ Joaquín Lastres y Juiz (1835-1912). Doctor en Farmacia, en Ciencias Naturales y en Derecho Civil y Canónico por la Universidad de La Habana. Llegó a ser Rector de la UH en 1890.

las seis primeras graduadas de la Universidad, hecho que ocurrió entre 1885 y 1889.

En este panorama de la Química en Cuba durante la colonia no es posible dejar de señalar

la labor periodística de José Martí, quien desde en los artículos publicados en la revista *La América* y en la *Edad de Oro* se ocupó también de la Química.



José Martí y grabado sobre recubrimiento de cucharas con plata en la Edad de Oro

Martí consideraba su deber **“poner la ciencia en lengua diaria”**, y escribió sobre el empleo de fertilizantes en la agricultura, el uso de plantas medicinales, la industria de las pinturas y los colorantes, los procesos de electrólisis y recubrimientos con plata, la alquimia, la teoría atómica de Dalton, el isomorfismo y las formas alotrópicas del carbono y sobre el papel de personalidades como Priestley, Lavoisier, Dalton, Mitscherlich y el abate Haüy en la Química de su época.

LA QUÍMICA EN LA REPÚBLICA ENTRE 1902 Y 1959

El comienzo del siglo XX encuentra a Cuba finalizada la guerra del 95 y el país ocupado por el ejército norteamericano. Cuba estaba destruida por los años de guerra, la agricultura y muchos hacendados y pequeños agricultores arruinados, la sanidad y la higiene en un estado deplorable, y la instrucción pública dañada. El interés norteamericano en la Isla ya había comenzado desde antes de la intervención y aunque la ley Foraker trató de impedir que los americanos se aprovecharan de la situación y obtuviesen facilidades económicas, en la práctica numerosas tierras fueron compradas a cubanos y españoles.

Muchos de los antiguos ingenios azucareros fueron adquiridos por empresas norteamericanas transformándose en centrales

con maquinaria más eficiente, como fueron: E. Atkins and Co. (1883), la Tuinicú Cane Sugar Company (1893), American Sugar Refining Company (1890), la Cuban American Company que construyó el central Chaparra, el central Hershey, United Fruit Co., dueña del central Preston, entre otras.

La Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba, ATAC, fue fundada en 1928. Esta asociación realizó congresos anuales, cuyas memorias fueron publicadas presentando resultados de innovaciones técnicas y científicas que quedaron también en el campo del olvido. En 1942 se comenzó a publicar el “Boletín Oficial de la ATAC”. En general estas publicaciones presentaban un nivel científico-técnico adecuado.

El tratado de reciprocidad comercial entre Cuba y Estados Unidos, aunque aumentó la dependencia norteamericana en lo que al azúcar y el tabaco se refiere, propició el desarrollo de otros cultivos por pequeños agricultores cubanos. Esto permitió a la Secretaría de Agricultura fomentar un proyecto para promover el desarrollo agrícola y buscar respuestas a los problemas en este campo.

En 1904 se crea la Estación Central Agronómica en Santiago de Las Vegas, a la cual se le dotó de 73 hectáreas de terreno cultivables y de un número de animales de cría, tiro y monta, pero con presupuesto estrecho y

un pequeño grupo de investigadores, compuesto fundamentalmente técnicos norteamericanos. En 1916, y bajo la indicación del norteamericano Crowley, director de la estación, se comienza el estudio para la clasificación de los suelos cubanos.

En 1914 y 1915 comienzan a trabajar en la Estación los científicos Juan Tomás Roig²¹ y Stephen C. Bruner, norteamericano quien durante 38 años, hasta su muerte, realizó toda su labor científica en Cuba. Bajo la guía de Roig y Bruner se recupera la variedad de semilla "*havanensis*", base genética del tabaco negro de Cuba. En 1917, bajo la dirección del italiano Mario Calvino, la Estación toma verdaderamente un carácter científico y se

organiza con vistas a resolver los más importantes problemas que afectaban la agricultura y ganadería cubanas. Se incorporan a la estación otros cubanos como Julián Acuña Galé, que se destacaron por su contribución a la botánica y a la agricultura. Los alumnos de agronomía de la Universidad de La Habana comenzaron a participar en los trabajos de la Estación como ayudantes. Los trabajos se diversificaron, abarcando no solo la caña de azúcar y el tabaco, sino todos los cultivos que en ese momento eran importantes para el país. En la década del 50 el Dr. Ledón Ramos colabora estrechamente con Roig en los estudios fitoquímicos de la *Rauwolfia Tropical*.



Dr. Juan Tomás Roig Estación Experimental Agronómica y su laboratorio de Química
(Rev. El Hogar, 1910)

La necesidad de investigaciones agrícolas también propició la creación del Laboratorio Químico Nacional en la Secretaría de Agricultura, la Estación Experimental de la Caña de Azúcar de Jovellanos, así como las granjas escuelas dedicadas a formar los llamados maestros en cultivos.

Además del interés nacional, los Estados Unidos promueven otras investigaciones en lo que agricultura se refiere. Así, por ejemplo, en 1901 E. Atkins crea la "*Harvard Botanical Station for Tropical Research and Sugar Cane Investigation* (actualmente el Jardín Botánico de Cienfuegos es el más antiguo de Cuba), cuyo

propósito fue promover investigaciones sobre el cultivo de la caña de azúcar.



Laboratorio químico en la Granja de La Habana. (Rev. El Hogar, 1910)

²¹ Juan Tomás Roig (1877-1971). Doctor en Ciencias Naturales y en Ciencias Físico-Químicas por la Universidad de La Habana en 1912. Se distinguió por su labor en las ciencias naturales, tanto en la investigación como en la docencia, lo cual le

permitió sobresalir como uno de los más eminentes botánicos de Cuba, reconocido así por instituciones cubanas y extranjeras. Su mayor aporte a la ciencia lo constituyen sus estudios acerca de las plantas medicinales cubanas.



Jardín Botánico de Cienfuegos

No obstante estas tentativas, la introducción de los resultados fue casi nula y las prácticas agrícolas siguieron siendo obsoletas.

La minería fue también objeto de interés de empresas norteamericanas. En fecha tan temprana como 1901 comienza la prospección de los recursos minerales por una misión norteamericana que culminó en un reporte sobre el conocimiento geológico de Cuba. Empresas como la Juraguá Iron Co, la Spanish American Iron, la Sigua Iron Co, la Bethlehem Iron Co y la Ponupo Mining and Transportation Co, estaban interesadas en la extracción de hierro y de manganeso en minas cubanas. La segunda guerra mundial y las necesidades en la posguerra provocan que la Cuban Nickel Corporation en Nicaro (1943) y Moa (1951), comenzara la explotación los principales yacimientos de níquel del país, para su transformación definitiva en la Lousiana. Estas empresas no solo traían la tecnología necesaria para la explotación minera, sino también el personal norteamericano que se hizo cargo de los procesos productivos y los laboratorios, lo que no favoreció el desarrollo de una industria y una ciencia nacional.

Las investigaciones químicas en el campo de la medicina, que en el siglo XIX habían alcanzado un lugar cimero, en este período fueron limitadas, los recursos técnicos muy reducidos, y los presupuestos prácticamente nulos.

Ya desde 1881 Carlos J. Finlay había establecido que el mosquito *Aedes aegypti* era el agente trasmisor de la fiebre amarilla, pero sus investigaciones no habían sido tenidas en cuenta. Durante la intervención norteamericana y dada las desastrosas condiciones higiénicas de la Isla se creó el Departamento de Sanidad, y en 1901 una comisión médica con la colaboración científica de Finlay logró erradicar la fiebre amarilla en la ciudad de La Habana. Es conocido el intento norteamericano de usurpar el descubrimiento de Finlay y atribuírselo al médico militar estadounidense Walter Reed.

A pesar de ello se fundan algunas instituciones que gracias al denodado esfuerzo personal de algunos científicos logran exhibir algunos resultados.

En 1902 se creó el Laboratorio de la Isla de Cuba, denominado en el año 44 *Instituto Nacional de Higiene*. A partir de 1943, el centro se dedicó al control de alimentos y medicamentos, y para ello emplearon métodos analíticos especializados, como técnicas polarográficas, espectrofotométricas y espectrográficas, que fueron adaptadas o desarrolladas para el fin deseado. En 1946 el centro contaba con el único microscopio electrónico existente en Cuba.²²

El Laboratorio Histobacteriológico e Instituto de Vacunación Antirrábica fue creado en 1887 a instancias de doctor Santos Fernández, quien cedió su residencia para su ubicación y sufragó los gastos y su mantenimiento. Sus colaboradores, entre los que se encontraba el doctor Diego Tamayo, prepararon y difundieron los primeros sueros y vacunas preventivas y curativas de la rabia en humanos y animales. Realizaron por primera vez en Cuba experimentos histobacteriológicos y químicos y obtuvieron la vacuna contra la difteria y otras enfermedades infecciosas. Resulta interesante señalar que este centro

²² Emilio Roig de Leuchsering. Facetas de la vida republicana. Pág. 161.

durante 19 años se encargó de realizar los análisis médico-legales y químico-legales. Desde su fundación hasta su extinción en 1960, sus investigadores publicaron más de 300 trabajos relacionados con la bacteriología y las enfermedades infecciosas.

En 1927, se creó también el Instituto Finlay, donde funcionó la primera escuela de administración de salud pública en Cuba. El Instituto tenía cuatro secciones, entre ellas la de Investigaciones Científicas.

El Instituto de Medicina Tropical fue otro ejemplo de institución, donde el esfuerzo personal de algunos científicos permitió

obtener resultados. Fue fundado en 1937, anexo a la escuela de medicina de la Universidad de La Habana. El trabajo desarrollado por su fundador, el profesor Pedro Kourí, dentro del campo de la investigación parasitológica hizo posible que este instituto alcanzara merecido prestigio entre parasitólogos y otros especialistas dedicados a la medicina tropical en todo el mundo.

En este periodo también se crearon laboratorios tanto en hospitales como en clínicas privadas para la realización de ensayos químicos, bioquímicos y bacteriológicos.



Laboratorios clínicos de la época

La mayoría de estos científicos eran doctores en medicina, pero para desarrollar sus trabajos tuvieron que emplear conocimientos bioquímicos, técnicas de laboratorio y métodos analíticos propios de la Química.

La Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana continuó funcionando durante la República hasta 1962, pero adscrita al Ministerio de Justicia. Su actividad era fundamentalmente académica y las escasas investigaciones realizadas a su amparo contaban con exiguo presupuesto o eran por patronatos y esfuerzos particulares. Los trabajos publicados en los *Anales* durante este periodo reflejan que más del 80 % de los trabajos publicados pertenecían a las ciencias médicas, con una ausencia notable de artículos sobre Química.

Junto a la Academia proliferan en la época numerosas sociedades científicas relativas a las distintas ramas médicas, a la biología, geografía, historia, entre otras. Pese a la escasa

importancia dada a la Química, en el registro de asociaciones del Archivo Nacional aparecen inscritas la Sociedad Cubana de Químicos Azucareros, el Colegio Nacional de Químicos Industriales, la Cooperativa Química de Fomento Industrial, y el Instituto Cubano de Estudios Químicos, entre otras. A pesar de que la Sociedad Cubana de Química no aparece registrada en el Archivo, hay dos trabajos de Le Roy y uno de Carrera, cuyo encabezamiento indica que fueron publicaciones de dicha Sociedad.

Cuba, un país carente de recursos energéticos, presenta una gran limitación para el crecimiento de una industria química. No obstante, principalmente durante la Segunda Guerra Mundial y los años posteriores, se desarrollaron algunas industrias dedicadas a la producción de cerveza, refrescos, ron, conservas, textiles, cuero, jabón y detergentes, neumáticos, papel, vidrio, pinturas, fertilizantes, ácido sulfúrico, y es de destacar la

creación, en 1936, de la Electroquímica del Caribe dedicada a la producción de cloro líquido, sosa cáustica y ácido clorhídrico.

Todo el periodo republicano careció de las facilidades necesarias para la experimentación y la investigación. La dependencia tecnológica de los Estados Unidos implicaba no sólo la importación de tecnología sino también la importación de expertos, consejeros, profesores o el adiestramiento en el extranjero de determinados profesionales.

Un intento de solución a estas dificultades fue la creación, en 1955, del Instituto Cubano de Investigaciones Tecnológicas,²³ que a pesar de contar con poco personal e insuficientes recursos, aunó sus investigaciones con la Universidad y otras instituciones, y llegó a obtener algunos resultados de aplicación industrial.

No es posible entender el desarrollo de la Química en Cuba en la primera mitad del siglo XX sin estudiar el estado de su enseñanza. La

Universidad de La Habana era la única institución en el país que formaba los doctores en Ciencias Físico-Químicas.

Bajo el plan Lanuza y el plan Varona²⁴ (1900) se ampliaron los cursos de Química en doctorado, pero se mantuvo una sola cátedra de Química en la Facultad de Ciencias, la cátedra E, a cargo de Carlos Theye y Lhoste. Durante esas primeras décadas se mantuvo el formato francés de enseñanza de la Química debido a la gran influencia del doctor Theye,²⁵ En la biografía de Theye, Le Roy escribe que: "...su programa de Química, Inorgánica publicado en La Habana en 1921, es verdaderamente ejemplar en lo que se refiere a su contenido programático, así como a la difícil pedagogía de esta disciplina". Theye también escribe el texto "Introducción al estudio de la Química Inorgánica". Otros profesores del primer cuarto de siglo fueron los doctores Arístides Agüero, Gerardo Fernández Abreu, y Francisco Muñoz Silverio.



Edificio y Laboratorio de Química. Década del 20



Carlos Theye y Lhoste



Balanza analítica de Theye

²³ El Instituto Cubano de Investigaciones tecnológicas se crea como resultados del informe de la Misión Truslow, enviada a Cuba por el Banco Mundial en 1950, en la que se constató que no existía en Cuba ningún laboratorio adecuado de investigación, público o privado.

²⁴ Enrique José Varona (1849-1933). Pedagogo y filósofo. Fue autor del conocido Plan Varona que tuvo como objetivo acometer el proceso de modernización de la enseñanza.

²⁵ Carlos Theye y Lhoste. (1853-1928). Graduado de L'Ecole Centrale des Arts et Manufactures en París y de Ingeniero Industrial en la especialidad de Química en la Escuela de Barcelona, en España. Profesor Titular de la Cátedra E de la Facultad de Ciencias. Publicó más de 70 artículos en revistas periódicas, folletos docentes y el texto "Introducción al estudio de la Química Inorgánica".

El interés de Varona por modernizar la enseñanza de la Química es palpable. En 1904, Varona junto a los químicos Theye y Gastón Alonso Cuadrado, visitan la Exposición Internacional de San Louis en los Estados Unidos, de donde traen multitud de sugerencias para el mejoramiento de la cátedra. Más adelante, en 1922, Theye realiza un informe al Consejo Universitario sobre las universidades y laboratorios de Química de Estados Unidos y Europa, gracias a la licencia concedida para ese estudio.

En 1937 se implementa un nuevo plan de estudios que introduce las tendencias pragmáticas norteamericanas. Se abren nuevos cursos de Química Inorgánica, Orgánica y Análisis Químico, con frecuencias semanales de trabajo en el laboratorio y se establece como exigencia para la obtención del título, la tesis de grado, la realización de tres trabajos prácticos y de una disertación oral.

Para responder a las nuevas demandas del plan de estudios se crean otras dos cátedras dedicadas a la Química. Se mantiene la cátedra E dedicada a la Química Inorgánica y se fundan

la cátedra K para Química Orgánica y la cátedra L de Análisis Químico. Los titulares nombrados fueron Francisco de la Carrera y Fuentes, Francisco Muñoz Silverio, y Francisco Vargas y Gómez, respectivamente. Esas cátedras contaron con profesores auxiliares y adjuntos, como Ernesto Ledón Ramos, Luis Felipe Le Roy y Andrés Reyes Fernández que llegaron con el decurso del tiempo a ser sus titulares. También en esta época se introducen conferencias de química física, aunque no es hasta 1953 que se crea la correspondiente cátedra P bajo la dirección del Dr. Eudaldo Muñoz Justiz.

La calidad de las clases era dispar, aunque hubo excelentes profesores como el Dr. Ledón, recordado por todos los que fueron sus alumnos. Las cátedras eran prácticamente vitalicias y la mayoría de los docentes tenían otros trabajos, fundamentalmente en los institutos de segunda enseñanza, por lo que dedicaban poco tiempo al trabajo universitario. Por demás no existían incentivos para la investigación científica o la superación.



Francisco Vargas



Ernesto Ledón



Luis F. Le Roy

Los libros de texto empleados en los cursos eran en general de autoría de los propios profesores. Roig de Leuchsering menciona los siguientes textos: *Química General* (1921), de Antonio Ma. Moleón; *Curso de Química* (1939), de Ramón Galán; *Curso de Química Inorgánica* (1941) y *Curso de Química Elemental* (1942), de Francisco de la Carrera y Francisco Vargas; *Texto de Química Elemental* (1941), de Ernesto Ledón y Fernando Zayas; *Química Fundamental* (1943) de Luis

Larrazabal; *Principios Fundamentales de la Química* (1945) de Ernesto Cuervo Blay; *Curso de Química Física* de Eudaldo Muñoz Justiz; *Química General* (1948) de Carlos Pío Uhrbach; y *Teoría Fundamental de Química Analítica* (1949) de Francisco Vargas y Francisco de la Carrera.

Resulta difícil evaluar más de medio siglo después, su nivel científico, pero según anota Le Roy, el texto "*Teoría fundamental de Química Analítica*" de los doctores Carreras y

Vargas, editado en 1949, mereció del Dr. Buscarons de la Universidad de Barcelona, el calificativo de *mejor que muy bueno*.

La exigencia de la tesis de grado para la culminación de la carrera planteó la necesidad de que los estudiantes realizasen prácticas y trabajos de laboratorio. En este marco universitario se realizaron algunos trabajos relacionados con los componentes químicos de plantas medicinales cubanas, con el estudio de minerales y suelos, así como con el análisis de aguas y la atmósfera, pero la mayoría no pasaron de ser trabajos referativos o monográficos sobre un tema particular.

Excepciones remarcables resultan las tesis realizadas en la década del cuarenta, en el laboratorio Vieta Plasencia,²⁶ donde se organiza un departamento de investigaciones bajo la dirección de G. Rosenkratz y S. Kauffmann, refugiados judíos alemanes que se establecen en Cuba por breve tiempo antes de emigrar a los Estados Unidos. En este laboratorio y a merced de un convenio con la Universidad de La Habana, estudiantes de fisicoquímicas realizan sus trabajos de tesis sobre medicamentos. Roig de Leuchsering destaca entre los más importantes la *Determinación de la posición nuclear del bromo en el x,2',3'-tribromuro del metil-eugenol*, por Mercedes Pérez Gracia, señalando que era la primera vez que en Cuba (1946) se llevaba a cabo una determinación de estructura. Junto a otros títulos se menciona la tesis *El aldehído homoverátrico intermediario para la síntesis de la homoverátrilamina y ácido homoverátrico*, desarrollada por Ernst Eliel.²⁷



Eliel realizando sus prácticas en el laboratorio Vieta Plasencia

La importancia que va cobrando la Química en diferentes profesiones provoca que el antiguo edificio de la sección de Química resulte pequeño para los cursos que las diferentes carreras requerían. En 1953 se inaugura el nuevo edificio de Química que fue diseñado y construido según los estándares de los laboratorios químicos de universidades norteamericanas. Durante la inauguración el decano de la Facultad de Ciencias, Dr. Carreras, enuncia que: “...*más que una sección de una facultad podría ser muy bien la facultad de química de la Universidad de La Habana*”.



Imágenes del nuevo edificio de Química de la Universidad de La Habana en 1953

²⁶ Dr. Ángel Vieta, Decano en la época de la Facultad de Medicina en la UH.

²⁷ Dr. Ernest Eliel (1921-2008), refugiado alemán en Cuba. Se graduó en Ciencias Físico Químicas en la Universidad de La

Habana. Llegó a alcanzar en los Estados Unidos reconocido prestigio en el campo de la estereoquímica. Fue presidente de la American Chemical Society en el 19. Obtuvo importantes reconocimientos internacionales, entre ellos el título de Doctor Honoris Causa de la Universidad de La Habana



Imágenes de uno de los laboratorios del edificio de Química de la Universidad de La Habana en 1953

El plan Lanuza también creó los estudios de ingeniería en 1900 y ese mismo año con el plan Varona (1900) se funda la Escuela de Ingenieros y Arquitectos para la enseñanza de

las carreras de ingenieros civil, mecánico-electricistas, químicos y arquitectos. Asimismo en el primer cuarto del siglo XX se crea la carrera de de Perito Químico y Azucarero con una exigua matrícula.

La Escuela de Ingenieros y Arquitectos quedó ubicada en el local de la antigua escuela Profesional de La Habana, en la calle Cuba entre Amargura y Teniente Rey y no es hasta la década del 20 que se traslada la escuela a su sede en la colina universitaria.



Construcción de la Escuela de Ingenieros y Arquitectos, 1920



Ese primer plan preparaba esencialmente un ingeniero mecánico con algunos conocimientos de química industrial a través de las pocas tecnologías existentes. En 1923, se introduce el enfoque de la escuela norteamericana. Con los contenidos de operaciones unitarias y el texto "*Principles of Chemical Engineering*", de Walker, Lewis y Mc Adams, finalizada la II Guerra Mundial, se introducen los elementos electrónicos de medición, controles, cinética

aplicada, catálisis y se desarrolla la industria petroquímica. No es hasta 1950 que la carrera se transforma en una ciencia de la ingeniería con la inclusión de los fenómenos de transporte, modelación matemática y análisis de sistemas. En 1948 al fundarse la Universidad de Oriente (UO) y en 1956, la Universidad Central *Marta Abreu* de Las Villas (UCLV), se abren en ellas la carrera de Ingeniería Química.



Universidad de Oriente



Edificio de Química en la UCLV

En 1956, en la Universidad de Oriente, comienza a gestarse un núcleo de investigaciones químicas con profesores y estudiantes de la carrera de ciencias físico-químicas y de ingeniería química, bajo la dirección del Dr. Harry Szmant, de la Ohio State University, al que se incorporan los doctores José Fernández Bertrán, PhD. en Química en la Universidad de Berkeley, California, en 1955 y el Dr. Luis Alfonso Hernández, PhD en la Duquesne University, en Pittsburg, en 1958.²⁸ Este grupo de investigación se convirtió en abril de 1959, en el Centro de Investigaciones Químicas, siendo nombrado el Dr. Szmant su director. Entre sus fines estaba la preparación de doctores en Química, por lo que en 1960 se crea, en la Universidad de Oriente, la carrera de Química.



*José Fernández
Bertrán*



*Luis Alfonso
Hernández*

BIBLIOGRAFÍA

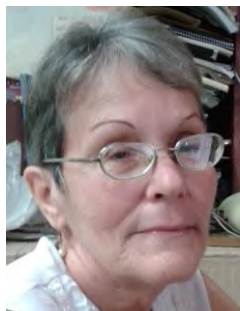
- Le Roy, L.F. Breve reseña del origen y desarrollo de la Química en Cuba. La Habana, 1954.
- Le Roy, L.F. Apuntes para la Historia de la Química en Cuba La Habana, 1947.

- Le Roy, L.F. Contribución a la Historia de la Química en Cuba. La Habana, 1945.
- III Congreso de la Sociedad Cubana de Química. Resúmenes. Revista Cubana de Química. Vol. X, No. 4, 1998.
- Cuba en la mano, Enciclopedia Popular Ilustrada. La Habana, 1940.
- De Armas, R.; Torres-Cuevas, E.; Cairo A. Historia de la Universidad de La Habana, Ed. Ciencias Sociales, La Habana, 1984.
- Díaz F. Miembros Fundadores de la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana. Ed. Academia, La Habana 1983.
- Altshuler J. Presentación en el primer taller de Historia de la Química Luis F. Le Roy. 12 de enero de 2018.
- Roig de Leuchsering E. Facetas de la vida republicana. Oficina del Historiador de la Ciudad 1954.
- Breve esbozo del desarrollo de la ciencia y la tecnología en Cuba En: <http://resultados.redciencia.cu/historia/>
- Vega, R. (2000). De la Píldora de Ugarte al PPG. Revista Cubana de Química. No. 1.
- Vega, R (2008). Química Intramuros. Revista Universidad de La Habana. Número Especial por el 280 Aniversario de la UH.

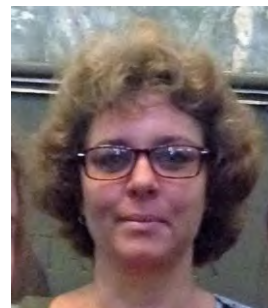
²⁸ Tanto Fernández Bertrán como Alfonso eran graduados del doctorado en Ciencias Físico Químicas en la Universidad de La Habana. En la década del 70 se incorporan al Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) donde desarrollan su

vida profesional hasta su fallecimiento. Premios Nacionales de Química ambos, Fernández Bertrán desarrolló su trabajo en el campo de la Espectroscopia y la Física de los Materiales y Alfonso en el área de la Química Orgánica.

Facultad de Química, Universidad de La Habana



Norma Galego Fernández
norma@fq.uh.cu



Chavati Roza Galego
chavati@fq.uh.cu

En el trabajo,²⁹ con intenciones históricas, se destaca que aunque los polímeros son tan antiguos como la vida misma, no fue hasta la tercera década del siglo pasado que se estableció la estructura macromolecular de los mismos y se desarrollaron los polímeros como ciencia independiente.

En Cuba, después del triunfo revolucionario, en 1962, se realizó la Reforma Universitaria, anhelada por los líderes estudiantiles desde Mella. Se creó la Facultad de Ciencias, y entre otras especialidades, la Escuela de Química y la carrera de Licenciatura Química.

En la entonces joven carrera de Química no se enseñaban los polímeros, aunque en ocasiones visitantes del campo socialista, soviéticos y checos, dieron conferencias de este campo.

En 1968 el Profesor italiano Alessandro Gandini visitó nuestro país invitado por el CNIC, entonces parte de la Universidad de La Habana. Por más de 8 años vivió entre nosotros y se debe a él la enseñanza de los polímeros de forma sistemática en el currículo de la Licenciatura en Química.

Creó un grupo de investigaciones formado por los jóvenes profesores Jacques Rieumont,

Ricardo Martínez y Rubén Álvarez, así como los alumnos ayudantes Sylvia Prieto, Carlos Peniche y Norma Galego, todos del Departamento de Química Física de la Facultad de Química.

En 1972 y 1973 se defienden las Maestrías de este grupo de discípulos de Gandini, y en 1975 se defienden los primeros doctores “*Hechos en Cuba*” según fue señalado por el periódico Granma en el reportaje del acto conmemorativo del 30 aniversario, celebrado en el Aula Magna de la Universidad de La Habana.



Gandini con algunos estudiantes en el laboratorio de Polímeros del CNIC. (1972)

²⁹ Este trabajo se presentó en el Taller de Historia de la Química Luis Felipe Le Roy, y los aspectos señalados fueron publicados

en la Revista Cubana de Química Vol 29, No 3, p 515- 526, 2018. ISSN: 2224- 5421.

El tribunal del acto de defensa de las tesis doctorales estuvo formado por:

- *Presidenta:* Dra. Irina Vilieskaya, miembro de la Academia de Ciencias de la URSS
- *Miembros:* PhD. José Fernández Beltrán, formado en los E.U.



- Dr. José Luis Mola Garate, formado en la RDA
- Dr. Rubén Ramos, formado en la URSS
- Dr. Antonio Alzola, jefe y formador del Departamento de Química-Física de la UH.
- *Oponente:* PhD. Carlos Peniche Covas.



Parte del tribunal que evaluó las tesis, de izquierda a derecha: R. Ramos, I. Vilieskaya, J. Fernández y J. L. Mola



Norma Galego exponiendo su tesis



PhD Carlos Peniche actuando como oponente



Público presente en el acto de defensa

Los títulos de las Tesis defendidas fueron:

- *La polimerización catiónica de los alquenilfuranos*, por Ricardo Martínez.
- *Capacidad de polimerización de los ésteres vinílicos de una serie furánica*, por Jacques Rieumont.
- *La acción de la luz, del calor y de los ácidos sobre el furfural y algunos de sus derivados*, por Norma Galego.
- *La polimerización catiónica del N-vinil carbazol*, por Silvia Prieto.

Las tres primeras se desarrollaron en el campo de los Furanos, utilizando como materia prima el Furfural, subproducto de la caña de azúcar. Así, estos trabajos estuvieron vinculados a nuestra primera industria en esos años.

En las palabras del Tutor calificó a cada uno de sus discípulos con cualidades que los distinguían:

- Ricardo Martínez: *la inventiva*
- Sylvia Prieto: *la tenacidad*
- Jacques Rieumont: *la sabiduría*
- Norma Galego: *la modestia autocrítica*



Profesor Gandini en el aula de postgrado de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana a finales de la década del 90.



Foto del grupo de Gandini y sus discípulos en la década del 90



Profesor Gandini en el Aula Magna al otorgársele la categoría de Profesor Invitado.



El Grupo de Polímeros en el 2000 con el Prof. Gandini

La temática de Polímeros se imparte en la Universidad de La Habana tanto en pre- como en postgrado. En el Pregrado se imparte en la carrera de Licenciatura, en Química, en el área de Química-Física. Se han desarrollado varios planes unificados de las tres Universidades (Oriente, Marta Abreu y La Habana) que se muestran a continuación.

En el primer Plan Unificado (A), que duró aproximadamente 7 cursos, los Polímeros formaron parte de la asignatura Química-Física IV, impartida en el 4to año de la carrera. Era una asignatura terminal de esta área del conocimiento, y se impartía con otros tópicos de la misma: Química-Física de las Superficies, Catálisis Heterogénea y Coloides. El tiempo para los Polímeros era aproximadamente el 34 % del total y no se realizaban actividades de laboratorio relacionadas con esta temática.

En el siguiente Plan de Estudios (B), que se desarrolla en la década del 80, aproximadamente por 5 cursos, los Polímeros forman parte de la asignatura Química-Física de las Superficies, Coloides y Polímeros, en 5to año de la carrera, con características semejantes a la Química-Física IV, pero la enseñanza de los Polímeros se incrementa con actividades de seminarios y laboratorios. Aproximadamente el 50 % de la asignatura fue ocupada por el área de Polímeros.

A inicios de la década de los años 90, se desarrolló el Plan de Estudio Unificado C. En este, la enseñanza de los Polímeros aparece como parte de la asignatura Dinámica II y se imparte en 4to año de la carrera. También es una asignatura terminal de Química-Física, pero ahora solo compuesta por dos tópicos: Coloides y Polímeros, los cuales se estudian desde aspectos químico-físicos: termodinámica y cinética. El área de Polímeros gana mayor espacio, 65 %, y hay un incremento de las actividades de laboratorio.

El período del Plan de Estudios C resultó muy largo, aproximadamente 16 cursos, pero durante ese tiempo se pudieron hacer adecuaciones, modificaciones y actualizaciones

en la enseñanza de esta Ciencia. También se introdujeron aspectos de la transformación de los plásticos y del tratamiento de los residuos plásticos, con la temática ambientalista.

En el Plan de Estudios D, a finales de la primera década del siglo XXI, los Polímeros emergen como asignatura propia de la Facultad de Química de la UH y toma el nombre de Materiales Poliméricos. Debe destacarse que realmente las tres Universidades cubanas que imparten la Carrera de Licenciatura en Química, la Universidad Central Marta Abreu y la Universidad de Santiago de Cuba, tienen Materiales Poliméricos como asignatura propia. Se imparte también en el 4to año de la carrera. Aparecen las asignaturas optativas, en el campo de los polímeros: “*Plásticos: Tecnología y Medio Ambiente*” y “*Adhesivos*”.

En el Plan de Estudios E la asignatura Polímeros se iniciará en 2021. Continuará siendo una asignatura Propia y se impartirá como Química-Física VI.

En el Postgrado se desarrollan las Maestrías: Química y Física de los Polímeros (1995 - 2004), Facultad de Química; la Maestría en Química (2004-actualidad), Facultad de Química; y Ciencia y Tecnología de Materiales (IMRE), así como el Doctorado en Ciencias Químicas.

Las investigaciones tributan tanto al pregrado como al postgrado y se realizan fundamentalmente en el Centro de Ciencias y Tecnología de los Materiales (IMRE) y en el Centro de Biomateriales.



Centro de Ciencia y Tecnología de los Materiales



Centro de Biomateriales

Durante todos estos años se han defendido tesis de Diplomas, Maestrías y Doctorados que evidencian el desarrollo de esta ciencia en la Universidad de la Habana. De igual forma se han obtenido diferentes Premios tanto de la UH como de la ACC y otros.

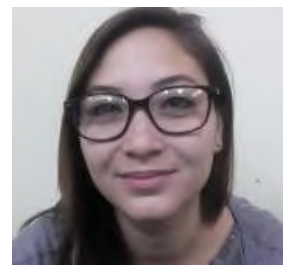
En el año 2000 se celebró en Cuba el Simposio Latinoamericano de Polímeros (SLAP) con una amplia participación de especialistas extranjeros y cubanos. En el marco de este evento se celebró un homenaje al Profesor Gandini en el Aula Magna de la Universidad de La Habana, otorgándosele la categoría de Profesor Invitado de la Universidad de La Habana.

Las primeras etapas de la Química en Cuba: gestión y conservación de su evidencia documental en la Universidad de La Habana

Historia de la
Química

Sissy Laura Guirola Benkí

Archivo Central, Universidad de La Habana
sissy@rect.uh.cu



La Universidad de La Habana (UH) es la institución más antigua del Sistema de Educación Superior cubano. Fundada en 1728, es la tercera más antigua del Caribe y decimosexta en toda la América Hispánica. Única universidad cubana hasta el siglo XX, constituye uno de los mayores y más variados reservorios de bienes culturales que forman parte del Patrimonio Cultural de la nación.

El universo patrimonial de la UH es heterogéneo y numeroso, confluyendo Patrimonio Cultural Inmueble, Patrimonio Cultural Mueble (pinturas y dibujos, esculturas, artes decorativas, piezas de valor histórico, patrimonio bibliográfico, archivístico y fotográfico, además de otros bienes integrantes de las colecciones de los museos) y Patrimonio Científico-Tecnológico de incalculable valor.

En este sentido, uno de los patrimonios que atesora con mayor volumen es el documental, entre manuscritos, revistas, libros, recortes de prensa, títulos, diplomas, entre otros. Por las características propias del papel, el patrimonio documental universitario constituye uno de los más frágiles y, por tanto, el más susceptible al deterioro con el paso implacable del tiempo. De esta forma, el Archivo Central de la universidad es quien se encarga de la gestión y

salvaguarda de estos documentos que crecen anualmente en cifras de mil y que son testimonio de una parte de la historia de Cuba.

El Archivo Central de la Universidad de La Habana

Uno de los espacios de la universidad que tiene la tarea fundamental de custodiar patrimonio es su Archivo Central. Este tiene como misión la gestión de los documentos de valor permanente que genera la universidad, como patrimonio histórico, cultural y científico de incalculable valor, con el objetivo principal de conservar y proteger estos documentos como testimonio de su surgimiento y evolución, y como auténtica fuente de información para la sociedad.

Este archivo cuenta con un acervo de más de 400 000 documentos en varios formatos, que datan de los años 20 del siglo XVIII, hasta la actualidad. Dentro de ellos pueden identificarse, por ejemplo:

- 302 815 expedientes académicos de todos los estudiantes matriculados en nuestra universidad, de los cuales 15 185 son los conocidos como antiguos o coloniales (1728-1899) (Figuras 1 y 2);



Figura 1. Expedientes docentes correspondientes a *Álvaro Reynoso y Valdés (1845); Manuel de Vargas y Manchuca (1848); Joaquín de Aenlle y Monjiotti (1842); Ernesto Ledón Ramos (1928).*

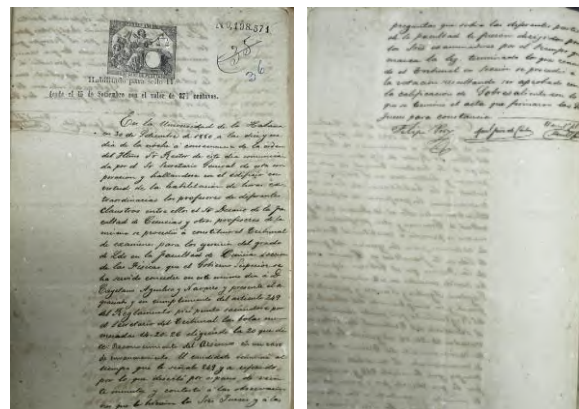


Figura 2. Expediente # 192 (académico): *Cayetano Aguilera y Navarro. Acta del ejercicio de grado, “Reconocimiento del arsénico en caso de envenenamiento” (30/9/1880). En el reverso (derecha) se observa la firma del Dr. Felipe Poey Aloy, quien en esa fecha ocupaba el cargo de Decano de la Escuela de Ciencias.*

- 16 250 expedientes administrativos, no solo a favor de profesores de la universidad, sino también referentes a personal subalterno, sucesos, obras constructivas, áreas administrativas, entre otros aspectos referentes al funcionamiento de la universidad (Figura 3);



Figura 3. Expedientes administrativos referentes a: *Real cédula de 6 de febrero de 1830; para que se establezca en La Habana una Cátedra de Química, 1830; Cátedra de Química de la Real Junta Superior Gubernativa de la Facultad de Farmacia de la Isla de Cuba, 1837; Laboratorio de Química, 1843-1861.*

- Una pequeña colección de los documentos fundacionales de la universidad, destacando

la copia del Breve Papal de fundación de la Universidad en 1728; el Libro de cédulas y bulas pontificias, donde se registran todos los documentos reales emitidos para la creación y administración de la universidad (1727-1784); el Libro Primero de Doctores y Maestros (1728-1823), el primer libro de Estatutos Universitarios (1734); y el Libro de cuentas de la Real y Pontificia Universidad de San Gerónimo (1736) (Figura 4);



Figura 4. Copia de la breve papal de fundación de la UH, y las portadas del Libro de cédulas y bulas

pontificias, *Libro primero de Doctores y Maestros*, *Primeros Estatutos universitarios* y *Libros de cuentas de la UH*, respectivamente.

- Colección de títulos y diplomas, entre los cuales destacan algunos otorgados a Felipe Poey Aloy; Don Fernando Ortiz; el de Doctor en Derecho post mortem otorgado por la FEU a Julio A. Mella, entre otros. (Figura 5).



Figura 5. Título otorgado a Francisco de la Carrera por el Boylston Chemical Club de la Universidad de Harvard, 1939 (izquierda), y título otorgado a Luis Felipe Le Roy por la Asociación Nacional de Dactiloscopistas, 1951 (derecha).

- Colección de Libros de recortes de prensa (1928-1960 y 2010 hasta la actualidad), Memorias Anuario (1900-1938 y 1973-1977), Revista Vida Universitaria (1951-1970) y Boletines Oficiales (1934-1995), todos referidos a la participación de la universidad en los procesos académicos, científicos, sociales y políticos (Figura 6).



Figura 6. Ejemplares de Libros de recortes de prensa, *Memorias Anuario*, *Revista "Vida Universitaria"* y *Boletín Oficial Universitario*, respectivamente.

Una de las mayores preocupaciones sobre este patrimonio documental es su conservación, no solo desde el punto de vista de su integridad física, sino también funcional. Este término *conservación*, "(...) en el ámbito de los archivos y bibliotecas, hace referencia a todas aquellas medidas destinadas a proteger

adecuadamente los documentos, con el fin de prolongar su utilización en condiciones óptimas durante el mayor tiempo posible".³ En este sentido, se maneja el término de *conservación preventiva*, tomando a este, en su interpretación más restringida, como "(...) la preservación de la constitución física de los bienes culturales".⁴

Conservación preventiva: principales causas de deterioro en el Archivo Central de la UH

Los documentos en soporte papel sufren constantemente cambios tanto físicos como funcionales, producto a su propia constitución y por su exposición frecuente a diversos factores y mecanismos que alteran su composición, sobre todo en países de clima tropical donde los agentes de deterioro aparecen con mayor frecuencia.¹ De esta forma, en los archivos se deben "(...) crear condiciones ambientales, estructurales y administrativas propicias, con el objeto de garantizar la perdurabilidad de sus acervos documentales para las futuras generaciones".¹ Estas condiciones que necesitan ser creadas están orientadas a disminuir y/o erradicar las causas que provocan el deterioro de las fuentes documentales.

Causas intrínsecas de deterioro

Estas causas son provocadas por la propia naturaleza de los materiales que componen el papel, o los que se le agreguen en su proceso de elaboración. Dentro de estas, la más frecuente en el Archivo Central de la UH es la oxidación, producto a la influencia de elementos metálicos que componen las tintas ferrogálicas.⁴ La principal consecuencia de ello es la aparición de manchas oscuras alrededor de los trazos de la escritura, y las líneas toman un aspecto de quemadura, que incluso, pueden afectar las páginas más cercanas (Figura 7).



Figura 7. Afectación en la zona de la firma producto a la reacción de la tinta, donde se evidencia la rotura del papel. (Real cédula donde el rey de España orientó la creación de la 1ra Cátedra de Química y su respectivo Laboratorio de la UH, en un inicio para el estudio del proceso de refinado del azúcar, 6/2/1830.).

Causas extrínsecas de deterioro

De acuerdo con Crespo,² en esta clasificación se incluyen todos los elementos externos que afectan el medio donde se almacenan y consultan los documentos y, por tanto, provocan reacciones adversas en estos. A grandes rasgos se identifican 4 grupos:

1. **Físicas:** están relacionadas con el clima de los depósitos de documentos, por lo que los parámetros a tener en cuenta son la luz, la humedad relativa y la temperatura. (Figura 8)



Figura 8. Expediente #2110-A (administrativo) con afectaciones por humedad. (Nota de los productos y equipos necesarios para realizar demostraciones

prácticas en el Laboratorio de Química, 1886, firmado por el Dr. Cayetano Aguilera).

2. **Químicas:** están relacionadas con aquellas sustancias químicas que permiten la combustión, fermentación, hidrólisis y oxidación de los documentos. También se pueden encontrar, grapas, adhesivos, aerosoles, etc.
3. **Biológicas:** son las relacionadas con la presencia de agentes biológicos que afectan los documentos, y se pueden identificar de 2 tipos:
 - **Bibliógrafos:** consumidores de papel y madera (cucarachas, escarabajos, termitas, entre otros.) (Figura 9)
 - **Microorganismos:** formados en los grupos de los hongos y las bacterias, los cuales infectan los documentos y pueden provocar hasta la desintegración del papel.



Figura 9. Expediente #2109-C (administrativo) con afectaciones biológicas. (Carta dirigida al Ministerio de Comercio y Gobernancia de Ultramar, exponiendo los conocimientos que el Dr. José Luis Casaseca pudiera aportar en la elaboración del azúcar.)

4. **Mecánicas:** están relacionadas con las condiciones de almacenamiento y, sobre todo, manipulación de los documentos. Las consecuencias de las malas prácticas en estos dos aspectos podrían traer consigo la rotura de las hojas, desprendimiento de los bordes, rasgados, perforaciones, etc. Todo

ello, provoca que la resistencia mecánica del documento disminuya y, por tanto, queda más expuesto a otros mecanismos y factores de afectación (Figura 10).



Figura 10. Expedientes administrativos referentes a la creación de la Cátedra de Química y su laboratorio (izquierda), y al Profesor Dr. Francisco de la Carrera (derecha), con rotura en la carátula y sus hojas, respectivamente

CONCLUSIONES

1. La conservación de la memoria documental de una institución tan antigua no es tarea fácil, y requiere no solo de esfuerzo y conocimientos, sino también de muchos recursos e infraestructura tecnológica que viabilice las labores de preservación.
2. Evidentemente la gestión y conservación del patrimonio documental tiene un carácter multidisciplinar y científico, por lo que resulta necesario hacer un llamado a la integración y el trabajo en equipo donde intervengan profesionales de todas las áreas afines a las tareas de conservación, pues al final, estos documentos cuentan la historia de todos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Calderón, M. A. (s.f.). *Conservación Preventiva de Documentos*. Obtenido de http://www.archivonacional.go.cr/pdf/conse rvacion_preventiva_documentos.pdf
2. Crespo C. y Viñas, V. (1984). *La preservación y restauración de documentos y libros de papel. Un estudio del RAMP con directrices, UNESCO*.
3. Carpallo, A. (s.f.). *El papel de la "conservación documental" como disciplina al servicio de los profesionales de la Documentación*. Obtenido de <http://www.webs.ucm.es/info/multidoc/multidoc/revista/num10/paginas/pdfs/acarpallo.pdf>
4. Bruquetas, R. (2012). *La conservación preventiva: una nueva profesión con una vieja historia*. Obtenido de <https://www.ge-iic.com/wp-content/uploads/2006/07/>.

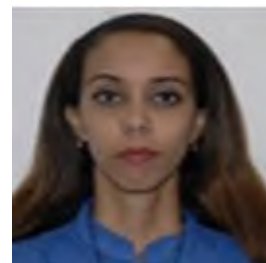
Aportes de Le Roy a la Historia y Patrimonio de la Universidad de La Habana

Historia de la
Química

Mabis Leidys Guzmán Borrero

Archivo Central, Universidad de La Habana

mabisguzman@rect.uh.cu



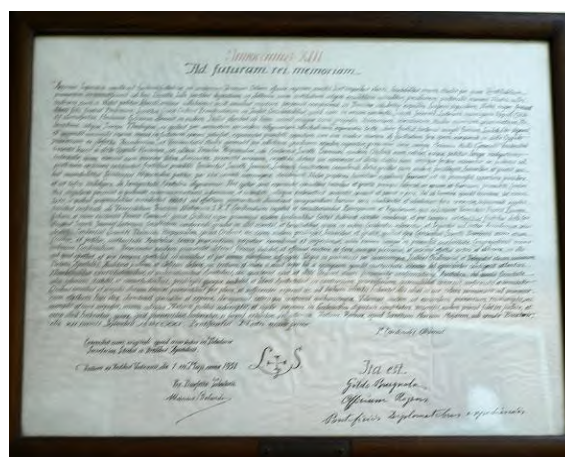
Son muchos los aportes que realizó el destacado científico Luis Felipe Le Roy³⁰ al patrimonio de la Universidad de La Habana. En el Archivo Histórico de la UH se cuenta con su expediente docente y una colección de expedientes administrativos que corroboran su labor como profesor e investigador incansable.



Luis Felipe LeRoy

De sus investigaciones históricas, una de las más importantes es la relacionada con la fundación de esta alta casa de estudios. Existía la duda de si la Universidad había sido creada por una bula papal, y Le Roy tras dos años de búsqueda logra que el Vaticano le entregue una copia auténtica del Breve Apostólico firmado por el Papa Inocencio XIII, el 12 de septiembre de 1721, mediante el cual se autorizó a los

religiosos de la Orden de Predicadores erigir una Universidad en su convento de San Juan de Letrán. Dicha copia fue expedida en el Vaticano en 1951 a solicitud de Le Roy y donada por éste a la Universidad de la Habana.



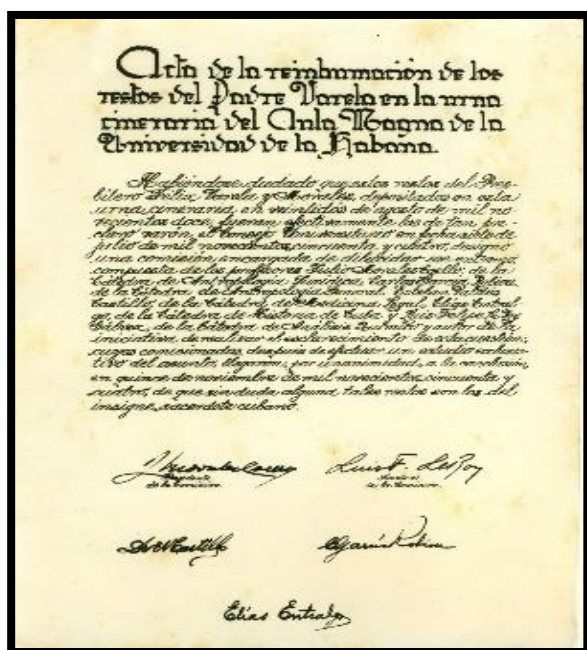
Copia del Breve Apostólico

Como parte de sus trabajos investigativos en 1954, por acuerdo del Consejo Universitario de 7 de junio de ese año, fue designado para participar como secretario de la comisión que se encargó de la identificación de los restos del Padre Varela, que habían sido traídos desde San Agustín de la Florida en Estados Unidos y que

³⁰ **Luis Felipe Le Roy Gálvez (1910-1978).** Químico e Historiador dedicado a la investigación, la docencia y la promoción nacional e internacional de la ciencia en Cuba. Graduado de Bachiller en Ciencias y Letras (1927), se doctoró en Ciencias Físico Químicas (1933), en Ciencias Físico Matemáticas (1937) y en Ciencias Naturales (1937) en la Universidad de La Habana; especializándose en Análisis Químico Cuantitativo, en la Universidad de Columbia, Estados Unidos (1938). Fue profesor de Análisis Químico en la

Universidad de La Habana desde 1937 hasta 1966, cuando pasó al cargo de Asesor e Investigador del Archivo Universitario. Fue miembro de la Academia de la Historia, de la Sociedad Cubana de Historia de la Medicina y de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana. Para mayor información consultar Luis F. Le Roy, ¿Químico o Historiador? En *Rev. Encuentro con la Química*, No. 1, Vol. 4, 2018.

se hallaban en nuestra emblemática Aula Magna. Atesoramos en nuestros fondos con la copia fotostática del acta de reihumación de los restos que se encontraban en la urna funeraria realizada por esa comisión y dedicada al dorso por Le Roy a su amigo Justo Parapar en noviembre de ese mismo año.

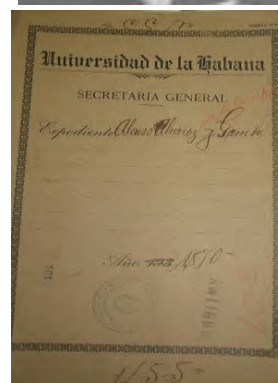


Acta de reihumación de los restos de Varela

Siguiendo ese espíritu constante de investigación, en febrero de 1957, y en coordinación con el entonces subadministrador del Cementerio de Colón, realizó una exhaustiva búsqueda para comprobar las verdaderas edades de los ocho estudiantes de Medicina en el momento de su fusilamiento por el ejército español, el 27 de noviembre de 1871. Le Roy obtuvo las copias literales certificadas

de las partidas de bautismo de los estudiantes, así como una copia fotostática del asiento de enterramiento de cada uno de ellos en la necrópolis de esta ciudad. Esos documentos son donados a la UH y Le Roy le hace llegar al Rector de la UH una carta donde deja constancia del hallazgo y su inclusión en los respectivos expedientes académicos de los estudiantes, los cuales se conservan en el Archivo Histórico.

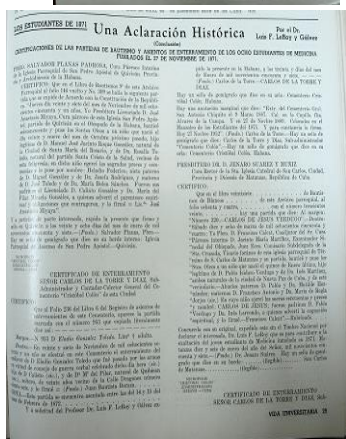
Un dato interesante que sale a la luz gracias a la búsqueda del profesor Le Roy en relación con los ocho estudiantes de medicina fue el caso del joven Alonso Francisco Álvarez de la Campa y Gamba, que hasta ese momento se le nombraba como Alonso Álvarez y Gamba, cuando reveló que por equivocación, se había omitido su segundo nombre y parte de su primer apellido, con estos documentos quedó corregido este error.



Alonso Francisco Álvarez de la Campa y Gamba

Esta investigación dio lugar a una serie de artículos publicados en la Revista Vida Universitaria, aprobadas también por el consejo universitario, titulados “Aclaración Histórica” y “Reliquias de los Estudiantes de Medicina de

1871” publicados en el 4to número de dicha revista correspondiente a los meses de octubre y noviembre de 1957. Para esos artículos los familiares de los estudiantes, donaron algunos objetos personales de las víctimas.

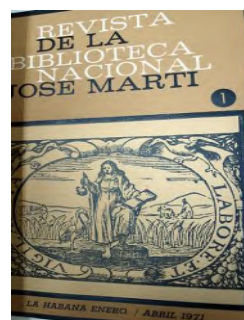
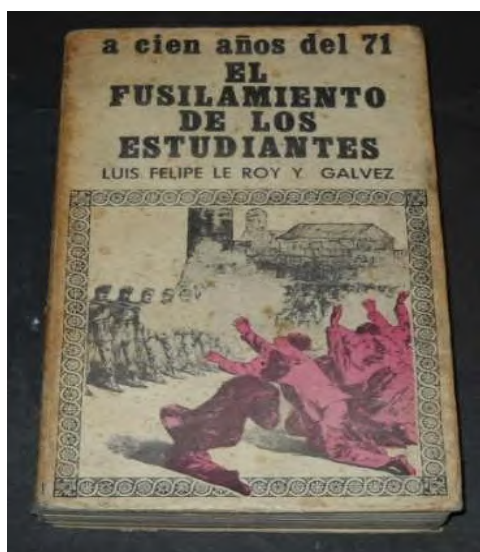


Estudiantes fusilados por el colonialismo español el 27 de noviembre de 1871: Alfonso Alvarez de la Campa y Gamba (16 años), José de Marcos y Medina (20 años), Juan Pascual Rodríguez y Pérez (21 años), Anacleto Bermúdez y Pizerra (20 años), Angel Laborde y Penza (17 años), Eladio González y Toledano (20 años), Carlos Verdugo y Martínez (17 años) y Carlos de la Torre y Madrigal (20 años).

Otro interés de Luis Felipe Le Roy fue la historia de la Química en Cuba, la creación de la primera cátedra de Química y las personalidades que contribuyeron al desarrollo de esta ciencia en el país, investigaciones recogidas en varios artículos importantes. Le Roy publicó las biografías de químicos cubanos como Estévez y Cantal, Gastón Alonso Cuadrado, Carlos Theye y Lhoste, Álvaro Reynoso y sobre el español Jose Luis Casaseca.

Sobre este último y en ocasión de conmemorarse el centenario de la muerte de Casaseca en 1968, Le Roy realiza una profunda investigación de los datos biográficos del profesor que se considera el precursor de la Química en Cuba y fruto de esa pesquisa es la amplia correspondencia que sostiene primero con el alcalde de Santa Cruz de La Palma, en islas Canarias, para localizar a los familiares de Casaseca y luego con sus familiares. Los datos ofrecidos por los descendientes de Casaseca dieron lugar a la publicación de un artículo en la Revista de la Biblioteca Nacional José Martí titulado “Casaseca, maestro y precursor de Reynoso”.

Fruto de esta exhaustiva búsqueda, Le Roy logra publicar el libro “A cien años del 71, El Fusilamiento de los estudiantes”



Toda la correspondencia entre Le Roy y los familiares de Casaseca está conservada en el Archivo. Así por ejemplo, el nieto de Casaseca, Don Luis Fernández de Casaseca, en septiembre de 1968, aportó a la pesquisa de Le Roy los títulos que ostentaba el señor José Luis Casaseca, mientras que su hermana, en octubre de ese año, le agradeció al historiador todas las gestiones realizadas para realzar la memoria de Casaseca.

La obra de Luis Felipe Le Roy está indisolublemente ligada a la historia de la Universidad de La Habana, al archivo universitario y a la historia de la Química en Cuba y es imprescindible acudir a la misma cuando se trabaja el patrimonio universitario.

Fuentes consultadas en el Archivo Central de la Universidad de La Habana

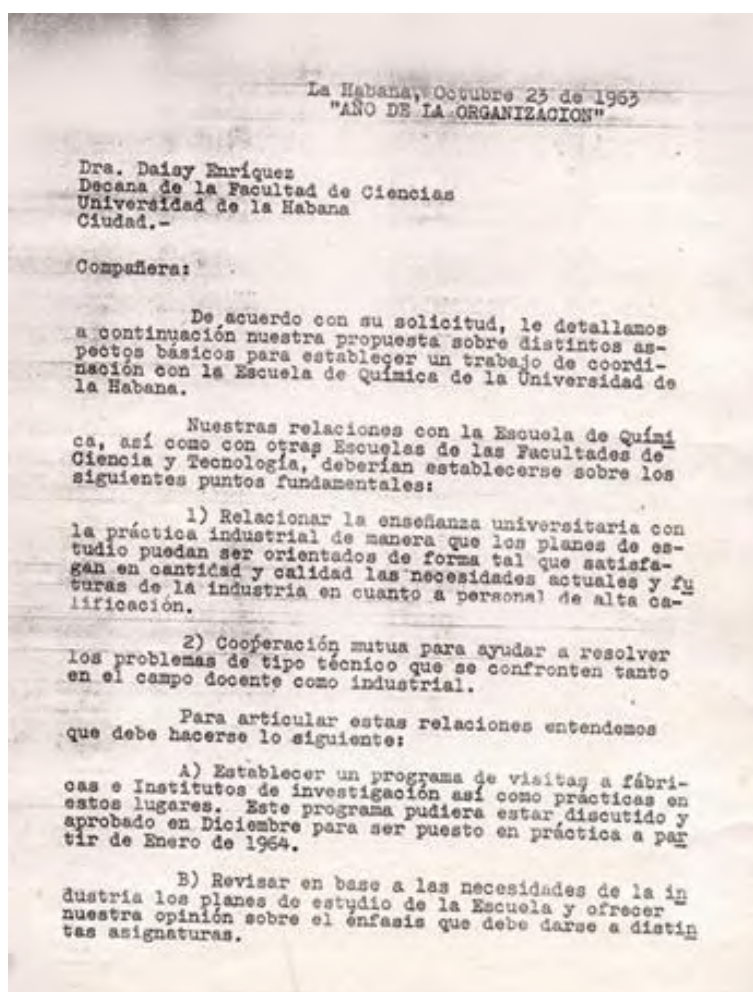
- Expediente Estudiantil (1927-1937)
No.21830
- Expediente administrativo (1937-1965)
No 12 400
- Expediente Informes, Correspondencia y Asuntos Varios (1938-1965)
No 15355-A
- Expediente Laboral 15355
- Rev. *Vida Universitaria* Año VIII, No. 4, Oct-Nov, **1957**.
- Rev. *Vida Universitaria* Año V, No. 4, Nov-Dic, **1954**.

Carta del Comandante Ernesto Guevara a la Dra. Ruth Deisy Henriques

Historia de la
Química



En Octubre de 1963 el Comandante Ernesto Guevara le escribió una carta a la Dra. Ruth Daisy Henriques para establecer un plan de trabajo que permitiera la interacción entre los diferentes organismos de la producción y la Facultad de Ciencias de la Universidad de La Habana. Por su importancia histórica reproducimos el documento



QUÍMICA
Dra. Daisy Enríquez 23/10/63 - 2 -

C) Utilizar los servicios de la Escuela de Química para una serie de trabajos de investigación de interés para el Ministerio de Industrias y relacionados con trabajos que están siendo realizados o que comenzarán en un futuro próximo en nuestros Institutos de investigación, así como también análisis especiales que no pudiéramos realizar nosotros mismos.

En estos momentos, los trabajos que proponemos para ser realizados por la Escuela de Química son los siguientes:

- 1) Extracción y separación de los principios activos glucosidos y alcaloides de las plantas medicinales.
- 2) Investigación hacia obtención de solventes que rompan la estructura molecular del azúcar y permitan fabricar derivados suroquímicos ejem. dimetil-formamido.
- 3) Facilitar los laboratorios de análisis semi-micro para algunas experiencias muestras, así como personal.
- 4) Determinación estadística de nitrógeno total y asimilable en forma de amoníacos de las mieles cubanas.
- 5) Determinar la técnica analítica apropiada para conocimiento de la sacarosa real en un jugo utilizando borax.
- 6) Método para separación de la sacarosa - hidrolizada glucosa-fructosa con posibilidades de aplicación industrial.
- 7) Evaluación de las técnicas actuales para la determinación de ácido acenítico en las mieles de caña cubanas, investigando la interferencia de los carbonatos y oxalatos durante la decarboxilación del ácido acenítico.

Dra. Daisy Enríquez 23/10/63 - 3 -

8) Aprovechando el curso de la Sección de Farmacia de la Escuela de Química, se debe coordinar los estudios pertinentes a realizar por dicha Escuela con respecto a la utilización de la Dextrana como base en las fórmulas de cosméticos.

D) Preparar un ciclo de conferencias sobre la industria y sus distintas ramas de actividad de interés para la Escuela por parte de funcionarios del Ministerio de Industrias. Este ciclo pudiera comenzar a partir de Enero de 1964.

E) Crear una Comisión conjunta integrada por delegados de la Escuela y del Ministerio para:

- a) Organizar y controlar el trabajo planteado en los puntos arriba mencionados.
- b) Discutir los problemas nuestros y elaborar planes de trabajo al efecto.
- c) Estudiar problemas comunes a la Escuela y la Industria.

Por parte del Ministerio el grupo estaría presidido por un representante de la Dirección de Colaboración Técnico-Científica y con la participación de un representante del Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) y del Instituto Cubano de Investigaciones Tecnológicas (ICIT). También podrán participar representantes de otros Institutos, Direcciones o Empresas si las circunstancias así lo aconsejaren.

Estas reuniones deberían producirse mensualmente.

De usted, con saludos revolucionarios de,

PATRIA O MUERTE
VENCEREMOS

/s/
Comde. Ernesto Che Guevara



Dra. Ruth Daisy Henriques (1926-2018)

En la tarde del 29 de marzo se realizó homenaje a la Profesora Emérita Dra. Ruth Daysi Henriques Rodríguez en el Aula Magna de la Universidad de La Habana. Estuvieron presentes miembros del consejo universitario, profesores, estudiantes, amigos y familiares. Todos convocados para homenajear a una de las profesoras más conocidas y queridas.

La Dra. Ruth Daysi nació en 1926 y falleció el 4 de febrero de 2018. Procedente de una familia sefardita de Jamaica en el siglo XIX, asentada en Santiago de Cuba durante el siglo XX, la Dra. Henriques hizo su carrera de Ciencias Físico Químicas y de Farmacia en la Universidad de La Habana en los tiempos en que Fidel estudiaba Derecho. Se casó con Jorge Aldereguía, un médico hijo del médico que dio la cara y atendió a revolucionarios de la Revolución del 30 desde una posición militante. Antes de 1959 inevitablemente tuvo una presencia social en actividades para recaudar fondos que pudieran permitir una atención decente en Cuba a enfermedades indeseables y también ayudar en la lucha clandestina contra la tiranía batistiana desde el Movimiento “26 de julio”.

Su militancia revolucionaria y avidez científica la llevaron a ser la seleccionada para fundar la Facultad de Ciencias de la Reforma Universitaria de 1962, siendo la primera decana en la Universidad de La Habana. Nunca más

dejaría el claustro de esta casa de estudios, ni siquiera cuando dirigió una institución científica de la entonces Academia de Ciencias. La misma decana que atendía la “Revolución Técnica” de entonces en contacto directo con el Che, que impartía Química Física y promovía investigaciones en el área de las ciencias farmacéuticas y la alimentación.

Fue la receptora de las demandas de unos cuantos jóvenes de los años 70 del siglo pasado para fundar la Sociedad Cubana de Química, una vez aprobada la Ley de Asociaciones de la época. Accedió a ser postulada por el Comité Gestor de entonces para ser presidenta de la nueva organización y fue electa como tal en 1978.

Nunca dejó de impartir clases siendo la profesora que más tarde sería denominada como “Maestra de Maestros” de la Universidad de La Habana. Fundó una de las instituciones multidisciplinarias emblemáticas de esta universidad, una pequeña unidad, prácticamente sin plantilla fija, que se llamó el *Centro de Estudios de Salud y Bienestar Humano*. Por alguna razón, probablemente no casual, su oficina estaba en el mismo sitio donde había ejercido el decanato de la Facultad de Ciencias desde 1962 hasta 1967. Abarcó allí entonces desde la demografía hasta la filosofía, pasando por la propulsión de la bioética, ocupando nichos de conocimiento indispensables y poco presentes entonces. Ahí terminó sus días académicos que solo pudieron interrumpirse por imposibilidades físicas y a muy avanzada edad. Fue miembro con voz muy activa, durante muchos años, de nuestro Consejo Universitario, sirviendo como una suerte de hilo de continuidad durante varios períodos rectorales.

A unos días de su deceso, hoy recordamos a la impulsora de causas nobles, amante del saber y compañera de luchas, que pudo ver como

varias generaciones de aquellos que ayudó a formar como científicos contribuyeron igual que ella a que Cuba pueda ser un país de hombres y mujeres de ciencia. Honremos su memoria de la forma más útil tomando lo mejor

de su acción como referencia, tanto para los científicos como para los gestores de la ciencia. La patria cubana lo agradecerá igual que hoy lo hacemos con la Dra. Henriques.



Acto de recordación a la Dra. Ruth Deisy Enríques el 29 de marzo de 2018 en el Aula Magna de La Universidad de La Habana

Tomado de las palabras pronunciadas por el Dr. Luis Alberto Montero Cabrera en el acto de entrega de los Premio Nacionales 2017, que otorga la Sociedad Cubana de Química.



Dra. Rebeca León Ramírez (1921-2017)

El pasado mes de diciembre falleció la Dra. Rebeca León, quien fuera profesora de la Escuela de Química, su directora y con posterioridad docente de otros centros de educación superior. *Encuentro con la Química* desea realizar un tributo a su larga trayectoria profesional de más de 40 años en la educación superior cubana.

Rebeca León nació en Manzanillo en 1926 y allí realizó sus estudios hasta alcanzar el título de Bachiller en Ciencias y Letras. Motivada por la Química, se traslada a la capital en 1940 y comienza sus estudios de doctorado en Ciencias Físico Químicas en la Universidad de La Habana.

Se graduó en 1951 con la tesis de grado “Cola y gelatina – su posibilidad de obtención en Cuba”, dirigida por el profesor Santiago Richard.

Desde muy joven tuvo inquietudes políticas. Participó en varias manifestaciones políticas que se desarrollaron en la Universidad contra el gobierno de Batista. Trabajó en la clandestinidad junto a su esposo.

Luego del triunfo de la Revolución, la Dra. León trabajó en varios centros del Ministerio de Industrias como la Escuela Técnica Industrial de Boyeros, la Escuela de Oficios, el Instituto de la Construcción, y en el departamento de industrialización del INRA.

Con ansias de desempeñarse como química, acude al Dr. Ernesto Ledón Ramos, entonces director del Departamento de Química General e Inorgánica de la UH. Comienza entonces a

trabajar como auxiliar de laboratorio de la Escuela de Química. Posteriormente impartió clases de Química General e Inorgánica en las llamadas carreras de servicio.

En 1962 la doctora León ocupó el cargo de directora de la Escuela de Química. Posteriormente pasó a impartir docencia de Química en la CUJAE, se vinculó fuertemente a este centro y fue encargada de montar los nuevos laboratorios.

Comienza a trabajar entonces en la Facultad de Agronomía de la UH, y luego en el ISCAH, donde fue profesora principal de Química General e Inorgánica. Escribió el Libro de Química General para las carreras agronómicas y trabajó en el diseño de los planes de estudio dentro de la Comisión Nacional de Carrera de Agronomía, y actuó como coordinadora y asesora en el MINED y el MES, hasta su jubilación.

Exigencia, responsabilidad, entrega, compromiso caracterizaron en vida a la Dra. Rebeca León durante su desempeño profesional.

Basado en la entrevista realizada a la Dra. Rebeca León por Rachel Lombana y Alejandro Balbin, estudiantes de 5to año de la carrera de Química en el curso 2016-17, como trabajo final de la asignatura optativa Historia de la Química



Premios Academia de Ciencias de Cuba 2017

Noticias

El pasado 6 de abril de 2018 la Academia de Ciencias de Cuba celebró la ceremonia de otorgamiento de los Premios Anuales de la Academia correspondientes al año 2017. Este importante Acto se desarrolló de conjunto con la entrega de los Premios especiales que otorga el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio ambiente.

El acto estuvo presidido por Miguel Díaz-Canel Bermúdez, miembro del Buró Político del Comité Central del Partido Comunista de Cuba y Primer vicepresidente de los Consejos de Estado y de Ministros; Elba Rosa Pérez Montoya, Ministra de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente; Luis Velázquez Pérez, Presidente de la Academia de Ciencias de Cuba, entre otras personalidades.

Después de un riguroso análisis y evaluación por pares en las cinco Secciones de la Academia, fueron propuestos y aprobados en el pasado Pleno del 10 de Marzo, 72 resultados científicos, que constituyen lo más relevante de la Ciencia Cubana de 2017.



De estos 72 premios, 8 fueron concedidos a investigaciones relacionadas propiamente con el campo de la química, los que se relacionan a continuación:

- *Aportes al conocimiento en la obtención de quitina, con dióxido de carbono y una cationita, a partir de exoesqueleto de langosta (*Panulirus argus*), de la Unidad Científico Tecnológica de Base “Los Palacios” del INCA; Facultad de Química, Universidad de La Habana, Facultad de Ciencias y Tecnologías Nucleares del Instituto de Ciencias y Tecnologías Avanzadas, Universidad de La Habana.*
- *Entendiendo el mecanismo de la dealuminación en medio ácido en zeolitas: el caso de la clinoptilolita, del Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales (IMRE), Universidad de La Habana.*
- *Adsorción de plaguicidas organoclorados en carbón activado de bagazo de caña: el papel de los grupos superficiales ácidos, del Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (InSTEC), Universidad de La Habana.*
- *Diseño de nuevas moléculas híbridas utilizando como plataforma el [60] fullereno, del Laboratorio de Síntesis Orgánica, Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Universidad de La Habana.*
- *Estrategias de macrociclación y N-alquilación de péptidos, del Centro de Estudio de Productos Naturales, Facultad de Química, Universidad de La Habana.*
- *Nanocompositos basados en ZnO: composición, estructura, propiedades ópticas y bioconjugación, del Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales (IMRE), Universidad de La Habana.*
- *Preparación y caracterización de cementos de $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ modificados con $\beta\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$ y $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ para restauraciones óseas, del*

Centro de Biomateriales, Universidad de La Habana.

- *Termodinámica y complejidad del cáncer*, del Departamento de Química- Física, Facultad de Química, Universidad de La Habana.

Además, se otorgaron los Premios especiales que otorga el CITMA y el correspondiente a la Relevancia Científica le fue otorgado al trabajo *Diseño de nuevas moléculas híbridas utilizando como plataforma el [60] fullereno*.



La Dra. Margarita Suárez Navarro, Profesora de Mérito de la Universidad de la Habana Químicas agradeció a la Academia de Ciencias en nombre de los científicos premiados. A continuación se muestran sus palabras.

Palabras de la Prof. Suárez en el Acto de entrega de los Premios de la Academia de Ciencias de Cuba 2017.

*Estimados miembros de la Presidencia,
Compañeras y compañeros,
Colegas todos:*

Quiero agradecer en primer lugar al Consejo Directivo de la Academia de Ciencias de Cuba el encargo que me hace para dirigirme a ustedes en nombre de los investigadores que en el día de hoy nos reunimos para recibir la

más alta distinción que se otorga en el ámbito de la ciencia en Cuba.

Es para mí un gran honor y una enorme satisfacción representar a la valiosa comunidad que recibe hoy este elevado reconocimiento científico-tecnológico, cuando se cumple el 123 aniversario de la llegada de Martí y Gómez a Haití, como tránsito obligado para incorporarse en Cuba a la Guerra Necesaria.

La Academia de Ciencias de Cuba, institución oficial del Estado Cubano, tiene como misión fundamental contribuir al desarrollo de la ciencia y al progreso socioeconómico del país, función que le es encomendada a la comunidad científica nacional, es decir a los hombres –y mujeres- de ciencia y de pensamiento, fruto del desarrollo de las ideas de nuestro querido líder histórico Fidel Castro.

Fidel, quien siempre priorizó el desarrollo de las Ciencias en Cuba, en su discurso del 8 de enero de 1989 planteaba: “En muchos aspectos que determinan el futuro, nuestro país está ocupando posiciones destacadas; en tecnologías de vanguardia, que determinarán el futuro desarrollo de Cuba,se cuenta con miles y miles de cuadros científicos y técnicos.” Y concluía diciendo: “Pudiéramos decir que en todas aquellas áreas para el desarrollo científico y técnico nuestro país ha ido creando favorables condiciones y ha ido ocupando lugares destacados.”

La Ciencia, es una de las creaciones más sublimes del ser humano y en Cuba las mujeres hemos tenido la posibilidad de crecer y participar activamente en su desarrollo. Vale comentar que de los 72 premios otorgados en esta edición, en 50 de ellos, las mujeres científicas son autoras principales y por supuesto, en todos están reconocidas en los colectivos de co-autores, por su contribución en las investigaciones premiadas.

Es conocido que en algunos países desarrollados está emergiendo una corriente

política global que minusvalora, cuando no ignora, el papel de la ciencia en nuestras vidas, con el resultado de un inexorable deterioro en la salud y el medio ambiente, y un creciente menosprecio por el conocimiento, que se ve sustituido por interpretaciones alternativas de la realidad a las que proporciona la ciencia.

Estamos conscientes de que en el desarrollo de la ciencia en nuestro país no anidan los hechos alternativos de la creencia frente a la evidencia, de la suposición frente a los datos contrastados. En Cuba se reconoce el valor que la investigación posee para alcanzar los objetivos de progreso social y económico que nuestra sociedad merece.

La Ciencia cubana se enfrenta a numerosos retos trascendentales para nuestra sociedad. Sin embargo, el alto grado de conocimiento generado durante estos más de 50 años de desarrollo hace que nunca como ahora, se puedan afrontar estos retos con mayores garantías. Los problemas más importantes a los que se enfrenta nuestra civilización requieren el concurso de todas las ciencias de un modo coordinado, donde todas y todos jugamos un papel fundamental.

En cualquier caso, entiendo que se aprecia en todos nosotros un pensamiento y hondo sentimiento de gratitud por permitírsenos hacer lo que más nos gusta, trabajar para desarrollar una ciencia de excelencia en la que no se improvisa, sino que se cultiva, se cincela, se esculpe día a día, con el objetivo de profundizar en el conocimiento científico y en las aplicaciones tecnológicas que contribuyan a mejorar la vida en nuestro país.

Creo expresar el sentir de todos diciendo que nos enorgullecemos en pertenecer a una sociedad donde ante todo se vela por el bienestar y el desarrollo del ser humano, donde todas y todos tenemos las mismas posibilidades para desarrollarnos y dar lo mejor de nosotros con el objetivo de alcanzar una sociedad más justa, próspera y sostenible.

Termino expresando mi más sincero reconocimiento y agradecimiento a los académicos, varios de ellos aquí presente, que después de un riguroso proceso eligieron los 72 premios anuales nacionales que hoy se han otorgado. También agradezco a los organizadores de este acto y doy mis felicitaciones a todos los premiados.

¡Muchas Gracias!

Premiación de la VI 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 pasado 8 de febrero de 2018 conjuntamente con el acto de entrega de los Premios de la Sociedad Cubana de Química correspondientes al año 2017, se reconoció a los estudiantes ganadores de la VI Olimpiada Nacional de Química, Bioquímica e Ingeniería Química para estudiantes de la Educación Superior celebrada a finales del pasado año. En esta edición resultaron ganadores:

Química

- *1er Lugar:* Álvaro Lagar Sosa
- *2do Lugar:* Marcos Rafael Conde González

Bioquímica

- *1er Lugar:* Davier Gutiérrez Góngora
- *2do lugar:* Erick Pérez Rivera
- *3er Lugar:* Ernesto Bermúdez Abreut

Ingeniería Química

- *1er Lugar:* Ruberth Rivera Pérez
- *2do Lugar:* Roberto Eloy Hernández Regalado
- *3er Lugar:* Arian Febles Rodríguez



Estudiantes premiados en la VI Olimpiada de la SCQ (De izquierda a derecha): Marcos Conde, Álvaro Lagar, Ruberth Rivera, Roberto Eloy, Arian Febles, Eric Pérez, Ernesto Bermúdez y Davier Gutiérrez.

Primera Escuela sobre Patrimonio Universitario

Noticias

Rebeca Vega Miche
vega@fq.uh.cu



Participantes en la Primera Escuela sobre Patrimonio Universitario

Entre el 2 y el 9 del pasado mes de marzo se celebró en la Universidad de La Habana la Primera Escuela de Invierno sobre el Patrimonio Universitario, a la que asistieron profesores de la Universidad Tecnológica de La Habana, Universidad de las Artes, Universidad de Oriente, Universidad Central de Las Villas, Colegio de San Gerónimo y docentes e investigadores de distintas áreas de la Universidad de La Habana.

La escuela tuvo como objetivo promover el estudio y la conservación del patrimonio universitario material e inmaterial, en forma de colecciones, museos, salas de historia, fotografías, documentos, instrumentos científicos, divulgando su importancia para el conocimiento tanto a la comunidad universitaria como al público externo.

Las conferencias y talleres fueron impartidas por los siguientes prestigiosos especialistas: Giovanni Luigi Fontana, Universidad de Padua; Marta C. Lourenço, Universidad de Lisboa; Michele Paradiso, Universidad de Florencia;

Giulio Peruzzi, Universidad de Padua; Sébastien Soubiran, Universidad de Estrasburgo; Sofía Talas, Universidad de Padua, y Roland Wittje, Instituto de Tecnología de la India.

Se abordaron aspectos tales como el carácter multifacético del patrimonio universitario, el surgimiento de las nuevas disciplinas científicas y el nacimiento de colecciones docentes y gabinetes didácticos, la influencia de las universidades en el desarrollo de las ciudades, así como la importancia del trabajo en redes como UNIVERSEUM y UMAC.

Se trabajó además en forma de taller grupal con objetos pertenecientes al patrimonio universitario, y surgieron novedosas ideas acerca de cómo divulgarlo y exhibirlo.



Sirva esta reseña para tomar conciencia de la responsabilidad que tenemos con la salvaguarda del patrimonio químico en nuestro país.

Con relación a la Química, se analizó como llevar a cabo la conservación y difusión del patrimonio científico, lejano y reciente. Laboratorios, mobiliario, instrumentos, vidriería y equipos, documentación, guardan relación con la memoria del desarrollo de la Química en Cuba y en la Universidad, así como con las personalidades que tuvieron un significado relevante en estos logros.

Rebeca Vega Miche

Facultad de Química
Universidad de La Habana
vega@fq.uh.cu



La Torre Eiffel, ícono y símbolo por excelencia de la ciudad de París, fue construida por el ingeniero francés Alexandre Gustave Eiffel con motivo de la Exposición Universal celebrada en esa ciudad en 1889.



*Alexandre Gustave Eiffel
(1832-1923)*



*Etapas en la construcción de la Torre
(1888-1889)*

La torre, con sus 300 metros de altura, es visitada por millones de turistas anualmente, pero lo que muchos no saben es que la torre tiene grabada en su estructura los nombres de 72 científicos e ingenieros, la mayoría franceses, que hicieron notables aportes o descubrimientos a la ciencia de su época y cuya selección fue hecha por el propio constructor.



Vista actual de la Torre Eiffel



Perfiles donde están grabados los nombres



*Wurtz, catedrático de Química Orgánica en la
Universidad de la Sorbona en París*

Entre los nombres grabados en los pretilos del primer balcón aparecen varios científicos cuyos trabajos fueron decisivos en el desarrollo de la Química.

En el lado de la torre que da al Trocadero aparece **Antoine Laurent de Lavoisier** (1743 - 1796), uno de los padres de la Química moderna debido a la interpretación del papel del oxígeno en el fenómeno de la combustión, la calcinación de metales, y los procesos de respiración y fotosíntesis. Enunció la ley de conservación de la masa, dando así el fundamento a las restantes leyes estequiométricas. Fue miembro de la Academia de Ciencias de Francia.

En el mismo friso está inscrito el nombre de **Pierre Louis Dulong** (1785-1838) quien



Lavoisier



Dulong



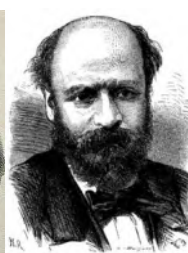
Chevreul



Chaptal



Gay Lussac



Barral

Menos conocido es el químico **Jean Antoine Chaptal** (1756-1832). No se destaca por sus descubrimientos o aportes teóricos, sino por la difusión de las ciencias y sus aplicaciones.

En la cara de la torre que da al bulevar de Grenelle aparecen los químicos Gay Lussac y Jean Baptiste Barral. **Joseph Louis Gay Lussac** (1778-1850), fue el primero en formular que un gas se expande de forma proporcional a su temperatura, en forma de la

ley que lleva su nombre. Descubrió junto a Thenard el boro y el potasio. **Jean Augustin Barral** (1819- 1884), alumno de la École Polytechnique, es un científico poco conocido. Su principal aporte fue el descubrimiento de la nicotina.

En el lado que da a la Escuela Militar están grabados los nombres de los químicos Ebelmen, Regnault y Thenard, así como el del geólogo Abate Haüy.

Jacques Joseph Ebelmen (1814–1852) fue ingeniero de minas y geoquímico. Se graduó en la *École Polytechnique* y fue especialista en la producción de la famosa porcelana de Sevres y en la producción artificial de cristales o minerales cristalizados.

Henri Victor Regnault (1810–1878), químico y físico fue conocido por sus mediciones de las propiedades térmicas de los gases. Fue un pionero de la termodinámica y mentor de Lord Kelvin. Se distinguió en química orgánica al sintetizar hidrocarburos clorados como el cloruro de vinilo, el policloruro de vinilo o el diclorometano.



Ebelmen



Regnault



Thenard



Haüy

El último lado de la torre, el lado París, honra, entre otros científicos, a los químicos Wurtz, Dumas y Pelouze, y al físico Clapeyron.

Charles Adolphe Wurtz (1817–1884). Fue catedrático de Química Orgánica en la Universidad de la Sorbona en París. Se especializó en las reacciones de los hidrocarburos, que se conocen como Reacción de Wurtz. Perteneció a la Academia de Ciencias de Francia. Su contemporáneo, **Jean Baptiste Dumas** (1800-1884), fue profesor de la *Ecole Centrale* y de la *École Polytechnique* y estableció el método para determinar el



Wurtz



Dumas



Pelouze



Clapeyron

Louis Jacques Thenard (1777–1857), químico y farmacéutico, profesor de la *École Polytechnique* y del *College de France*, fue el descubridor del agua oxigenada y del boro. Escribió el *Traité de chimie élémentaire, théorique et pratique* y perteneció a la Academia de Ciencias de Francia.

Rene Just Haüy, mineralogista fue el fundador de la cristalografía. También fue miembro de la Academia de Ciencias de Francia.

contenido de nitrógeno en una sustancia, el cual lleva su nombre.

Théophile-Jules Pelouze (1807 - 1867). Fue profesor del *College de France* y de la *École Polytechnique*. Fundó el laboratorio-escuela de química más importante de Francia. Preparó sustancias explosivas como la nitrocelulosa, la piroxilina y nitrosulfatos.

Aunque **Emile Clapeyron** (1799 -1864) fue físico e ingeniero, sus aportes a la termodinámica lo hacen merecedor de ser listado entre los químicos de la Torre Eiffel.

Junto a estos químicos, se pueden encontrar conocidos nombres como el del biólogo Cuvier; los matemáticos, Cauchy, Foucault, Lagrange, Laplace, Fourier y Poisson; y los físicos, Ampere, Coulomb, Fresnel, y Daguerre, éste último célebre por la invención del daguerrotipo.

Bello y perdurable homenaje de la ciudad de París a los científicos e ingenieros franceses.

REFERENCIAS

Los datos y las fotos que aparecen en esta foto fueron tomados de Internet.



Prueba tus conocimientos

NANO.....

ENTRETENIMIENTOS

1. Es la mil millonésima parte de un metro.
2. Característica que hace a los nanomateriales tener propiedades especiales.
3. Son nanocristales semiconductores denominados fluoróforos mejorados.
4. Son 100 veces más resistentes que el acero, pero con sólo 1/6 de su peso.
5. Fenómeno característico de los coloides que se produce cuando un haz de luz pasa visiblemente a través de él.
6. Propiedad de los Quantum dots que los convierte en herramientas para diagnosis.
7. Tamaño (en nanómetros) menor al cual las nanopartículas pueden atravesar la barrera hemato-encefálica.
8. Tipo de nanopartículas que tienen la ventaja sobre de poder destruir por ablación a los tumores sólidos.
9. Propiedad que deben de tener los nanomateriales usados en implantes.
10. Material del cual están hechos los nanotubos o nanofibras que han sido propuestos para remplazar axones debido a sus propiedades eléctricas.
11. Instrumentos quirúrgicos que pueden utilizarse para seleccionar y mover una sola molécula biológica dentro de una célula.
12. Material en el que solo una de sus dimensiones está en el orden del nanómetro (nm)
13. Estructuras tubulares cuyo diámetro está a nivel del nanómetro. Existen de muchos materiales, pero principalmente se conocen de Carbono.
14. Partícula nanoscópica que contiene átomos dispuestos ordenadamente, siguiendo una estructura cristalina.
15. Materiales con características estructurales de una dimensión entre 1-100 nanómetros.
16. Rama de la nanotecnología basada en el uso de estructuras biológicas tales como las proteínas o DNA.
17. Resultado de usar una nanopartícula como transportador de un antígeno para activar al sistema inmune específicamente.
18. Tipo de nanopartícula cuyo principal campo de aplicación son los revestimientos, debido a su elevada resistencia térmica y su baja reactividad química.
19. Los nanotubos de este elemento representan probablemente hasta el momento el más importante producto derivado de la investigación en fullerenos.
20. Material en el que dos de sus dimensiones están en el orden del nanómetro.

RESPUESTA

- 1.- NANOMETRO
- 2.- TAMAÑO
- 3.- QUANTUM DOTS
- 4.- NANOTUBOS
- 5.- TYNDAL
- 6.- FLUORESCENCIA
- 7.- CIEN
- 8.- METÁLICAS
- 9.- BIOCMPATIBILIDAD
- 10.- CARBONO
- 11.- NANOPINZAS
- 12.- NANOCAPAS
- 13.- NANOTUBO
- 14.- NANOCRISTAL
- 15.- NANOMATERIALES
- 16.- NANOBIOLOGÍA
- 17.- NANOVACUNA
- 18.- CERÁMICA
- 19.- CARBONO
- 20.- NANOCABLE



Busca las seis diferencias

ENTRETENIMIENTOS

Estudiantes de 5to Año de Licenciatura en Química
Facultad de Química, Universidad de La Habana



Gabriela Arias García
gariasg@fq.h.cu



Ernesto R. López Rodríguez
erlopez@fq.uh.cu



RESPUESTA: *página 83*



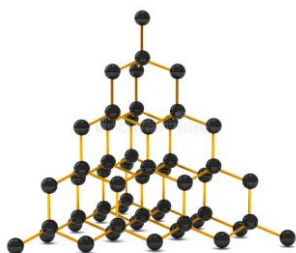
¿Es lo mismo carbón que carbono?

No, el carbón o carbón mineral es una roca sedimentaria de color negro, rica en carbono y con cantidades variables de otros elementos, principalmente hidrógeno, azufre, oxígeno y nitrógeno, utilizada como combustible fósil.



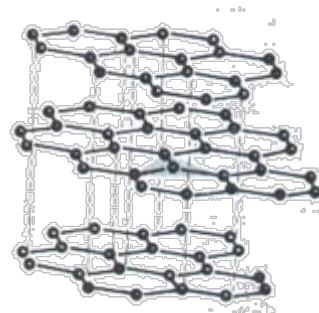
Carbón

Es decir, el carbón contiene otras sustancias además de carbono, pero el carbono puede encontrarse puro en la Naturaleza. Por ejemplo, el diamante es carbono puro en el que los átomos con hibridación sp_3 se unen fuertemente para formar un cristal tridimensional de gran dureza.



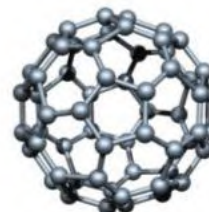
Diamante

El **grafito** es una de las formas alotrópicas en las que se puede presentar el carbono. Es también carbono puro y en él los átomos con hibridación sp_2 se disponen formando láminas muy delgadas superpuestas en las que los átomos se unen covalentemente formando hexágonos.



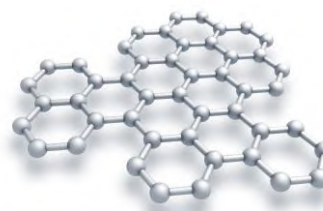
Grafito

También existen otras estructuras esferoidales constituidas solo por carbono, los fullerenos, en las que sus átomos se unen formando hexágonos y pentágonos. El más estudiado es el de 60 átomos de carbono, [60]fullereno o buckminsterfullereno, con forma de balón de fútbol.



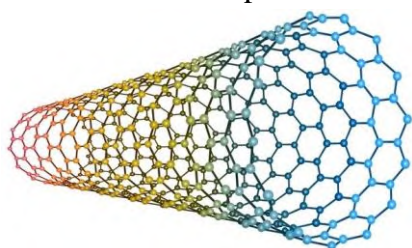
Fullereno C₆₀

El grafeno es una sustancia también compuesta por carbono puro, con átomos dispuestos en un patrón regular hexagonal, similar al grafito. Una lámina de un átomo de espesor es unas 200 veces más resistente que el acero actual más fuerte.



Grafeno

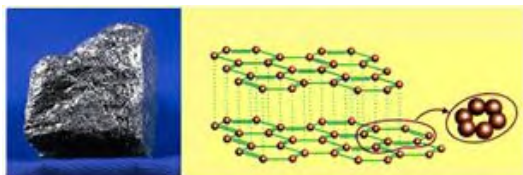
Otra de las formas en que se puede presentar el carbono puro son los llamados nanotubos de carbono, los que son similares a pequeñas láminas de grafito enrolladas con estructura tubular con diámetros nanométricos y longitudes del orden de las micras. Dependiendo de cómo se conforma la lámina original el resultado puede llevar a nanotubos de distinto diámetro y geometría interna, existiendo los llamados nanotubos monocapa y los nanotubos multicapa.



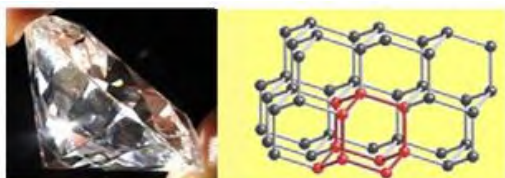
Nanotubos

¿Un diamante es eterno?

De las formas alotrópicas del carbono y en contra de lo que pudiera pensarse, a presión atmosférica y temperatura ambiente, desde el punto de vista termodinámico la más estable es el grafito.



Grafito, sólido negro blando, amorfo



Diamante, cristalino y duro

La evolución de diamante hacia grafito es un proceso espontáneo, ya que siempre hay una tendencia a la conversión hacia una forma de máxima estabilidad. Ahora bien, a temperatura y presión ambiente la velocidad con la que dicha transformación transcurre es

extremadamente lenta, solo apreciable a escala geológica, al estar implicados átomos de carbono que están rígidamente enlazados y por ello, con muy poca movilidad, por lo que pueden pasar miles de años hasta notarse algún cambio apreciable. Por tanto la cinética química salva a los joyeros y a los que poseen un diamante de las amenazas de la termodinámica, de manera que, en nuestra escala temporal “*un diamante es para siempre*” y no veremos que una preciada joya acaba convirtiéndose en una vulgar mina de lápiz.

¿Cuántos elementos químicos hay?

La Unión internacional de Química pura y aplicada (IUPAC) admitió oficialmente a comienzos de 2016 la existencia de 118 elementos: 92 con presencia natural y 26 obtenidos en laboratorios a partir de los anteriores.

El nombre de “*elemento químico*” se debe al irlandés Robert Boyle, precursor de la química moderna que usó esta terminología para denominar a una sustancia que no se puede descomponer en otras más sencillas utilizando métodos químicos ordinarios.



Robert Boyle (1627-1691)

En el *Centro de Investigación de Iones Pesados* (GSI), fundado en 1969 y radicado en Darmstadt-Arheilgen, Alemania, el cual está dedicado a la investigación y al desarrollo de tecnologías, principalmente en el área de la física nuclear, la física de partículas, la biofísica y la química nuclear, se han descubierto 6 nuevos elementos, el Bohrio (1982), el Meitnerio (1982), el Hassio (1984), el Darmstadtio (1994), el Roentgenio (1994) y el Copernicio (1996)



Edificio principal del GSI

¿Cómo se les da nombre a los elementos?

Una vez contrastada la existencia del elemento por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), esta le plantea a sus descubridores que propongan un nombre, que debe basarse en un concepto mitológico, un mineral, un lugar, una propiedad o un científico. Junto con el nombre, deben designar también el símbolo correspondiente.

La adjudicación de un símbolo a cada elemento fue propuesta por Berzelius, quien planteó que consistiese en la inicial del nombre latino del elemento, seguida por otra letra incluida en dicho nombre si se producía repetición. Por ejemplo, el símbolo del carbono es C, el del Cloro Cl, el del calcio Ca...



Berzelius (1779-1848)

El símbolo de un elemento es de aplicación mundial: es el mismo en todos los idiomas, lo que ha hecho posible que los químicos compartan la información. Por ejemplo, el elemento 112 se ha bautizado como Copernicio, en homenaje a Copérnico, y su símbolo es Cn.



Nicolás Copérnico (1473-1543)

Copérnico fue un astrónomo polaco que formuló una teoría heliocéntrica coherente, descubrió que la Tierra giraba alrededor del Sol y no al revés, como en su época se creía.

Durante el período que transcurre desde que se reconoce la existencia de un elemento hasta que se autoriza un nombre a este hay que llamarlo de alguna manera, por lo que se le denomina por su número atómico en latín terminando en “*io*”, constituyendo su símbolo provisional un conjunto de tres letras que proceden de dicho nombre.

Para dar un nombre transitorio a los elementos con número atómico superior a 100 se aplican las recomendaciones de la Comisión de Nomenclatura en Química Inorgánica. Esta normativa fue aprobada en 1978 por la Unión Internacional de Química pura y aplicada y se procede del siguiente modo: a cada dígito se le hace corresponder un conjunto de letras, lo que está establecido de la siguiente manera:

0 = *nil*; 1 = *un*; 2 = *bi*; 3 = *tri*; 4 = *quad*;
5 = *pent*; 6 = *hex*; 7 = *sept*; 8 = *oct*; 9 = *enn*

Luego se ponen en el mismo orden en que aparecen en el número atómico. A la última expresión se le añade la terminación ‘*ium*’. Si la letra final de la expresión representativa de un número es igual que la inicial del que viene detrás, se elimina. Si tras ‘*enn*’ va ‘*nil*’ no se escribiría ‘*ennnil*’, sino ‘*ennil*’. Igualmente, si tras ‘*bi*’ o ‘*tri*’ viene ‘*ium*’ se dejaría solamente una de las *ies*.

El símbolo del elemento debe comenzar por una letra mayúscula y se compone de las iniciales de cada conjunto de letras

representativas del dígito. Así, el elemento con número atómico 120 se nombraría ‘*unbinilium*’ (se pronuncia *un-bi-nilium*) y su símbolo sería

Ubn. El elemento número 133 se nombraría ‘*untritrium*’ (se pronuncia *un-tri-trium*) y tendría por símbolo **Utt.**

1	1																	2	
	H																	He	
2	3	4											5	6	7	8	9	10	
	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	11	12											13	14	15	16	17	18	
	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	55	56	*	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
	Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	87	88	**	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	
	Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo	
Lantánidos *			57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71		
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
Actínidos **			89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103		
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

Tabla periódica de los elementos

REFERENCIAS

- <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/>
- www.descubrelaciencia.com/index.php/

RESPUESTA

Busca las seis diferencias



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.

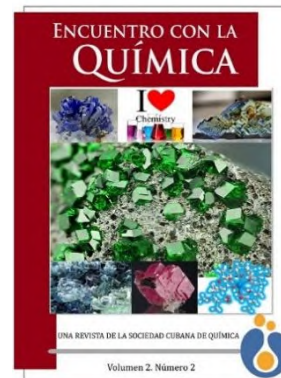
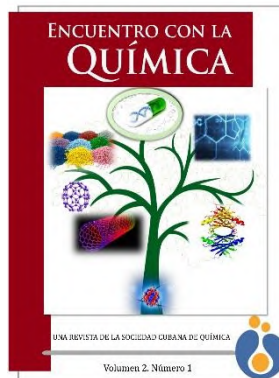
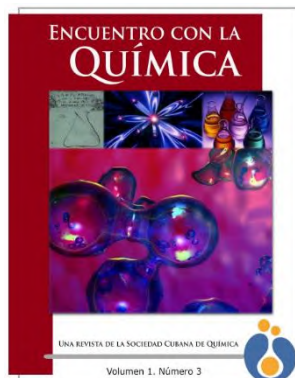
2.-V. Polshettiwar, R. S. Varma, *Chem. Soc. Rev.* **2008**, 37, 1546–1557.

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.

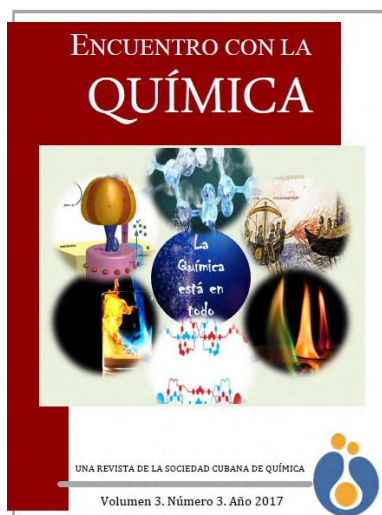
Su distribución es gratuita y su frecuencia es cuatrimestral.

Todos los números de *Encuentro con la Química* pueden descargarse desde el sitio web:

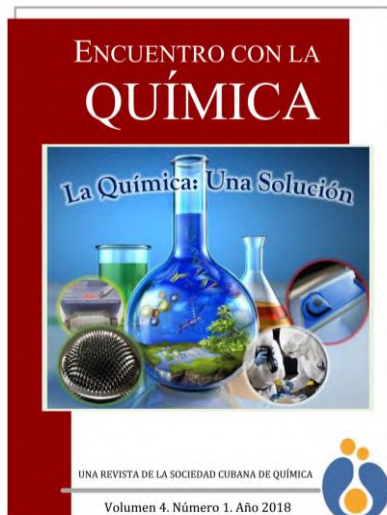
http://www.scq.uh.cu/encuentro_con_la_quimica

Últimos números

Volumen 3 Número 3
Septiembre-Diciembre de 2017



Volumen 4 Número 1
Enero-Abril de 2018



Volumen 4 Número 2
Mayo-Agosto de 2018

