

ENCUENTRO CON LA QUÍMICA



UNA REVISTA DE LA SOCIEDAD CUBANA DE QUÍMICA

Volumen 5. Número 2. Año 2019



Encuentro con la Química

Volumen 5 - Número 2

Mayo – Agosto, 2019

PORTADA



Imágenes tomadas de
GuoGuiyan Wallpapers

Elaborada por:



Claudia Iriarte Mesa

GRUPO EDITORIAL

Editora:

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

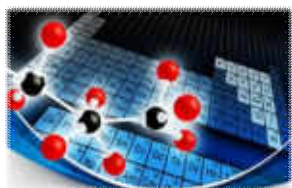
Colaboradora:

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

Composición y producción:

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

Editorial	1
Tabla Periódica	
<i>Elementos de ciencia y ficción</i>	
Leonardo González Ceballos	2
Investigación Química	
<i>La obtención de fármacos mediante síntesis química, algunas estructuras de medicamentos que se utilizan habitualmente</i>	
Margarita Suárez Navarro	7
<i>Adhesivos anaeróbicos</i>	
Ricardo Martínez Sánchez	13
<i>Metales pesados: ¿perjudiciales o beneficiosos?</i>	
Dunia Rodríguez Heredia	19
<i>El BIOCHAR como una alternativa para la biorremediación</i>	
Lázaro Adrián González Fernández	24
Enseñanza de la Química	
<i>La calidad de las revistas y de los autores de sus artículos ¡A DEBATE!</i>	
Jorge T. Lodos Fernández	32
<i>Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 14: La sección de materiales y métodos de un artículo científico</i>	
Manuel Álvarez Prieto	37
<i>El orden de los autores de un artículo científico ¡A DEBATE!</i>	
Jorge T. Lodos Fernández	44
<i>Las actividades experimentales en Química y su contribución en la formación integral del ingeniero agrónomo</i>	
Bárbara Blanco Correa, Olga Miranda Pita y Coralía Quintero Martí	48
<i>Las TICS en la Universidad. Retos para su introducción</i>	
Alejandro Fuentes García y José Alejandro Ricardo García	55
Historia de la Química	
<i>Sociedad Cubana de Química: 40 Años de Historia. II parte</i>	
Loreley Morejón Alonso	59
<i>Breve introducción al trabajo inédito del Dr. Ernesto Ledón Ramos "APUNTES SOBRE LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN CUBA"</i>	
Rebeca Vega Miche	67
<i>Ostwald, un químico con intereses muy diversos</i>	
Rebeca Vega Miche	68
La FEU en nuestra comunidad	
<i>JCE 2019, el futuro de la ciencia cubana en manos de nuestros estudiantes</i>	
Juan Pablo Figueroa-Macías	71
<i>Como un Radical Libre</i>	
Waldo Salgado Bello	75
<i>Las Incubadoras de Ideas: primer paso a la Universidad Emprendedora</i>	
José Rafael Rodríguez-Rodríguez, Juan Pablo Figueroa-Macías, Yamilet Coll García y Rubén Álvarez Brito	77
Noticias	
<i>El SEADIM XII</i>	
Carlos J. Hernández Sampedro	81



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

<i>Estudiantes suizos de química nos visitan</i>	
Rebeca Vega Miche	83
<i>Los Químicos de los 500 años de la ciudad</i>	
Rebeca Vega Miche	84
<i>Palabras del Dr. Luis Javier González a los graduados de química en el curso 2018-2019</i>	
Rebeca Vega Miche	87
<i>XXXVIII Simposio de Instrumentos Científicos</i>	
Rebeca Vega Miche	91
Entretenimientos	
<i>Identificando disoluciones</i>	
Dayana Alonso Palacio y Ernesto Raúl López Rodríguez	93
Normas de publicación de la revista Encuentro con la Química	94



Impulsado por el interés de divulgar el quehacer de los que amamos y nos entregamos día a día a esta ciencia, el grupo editorial de *Encuentro con la Química* publica ya el segundo número del quinto año. Cada cuatrimestre nos complace transmitirles a través de nuestras publicaciones la necesidad de promover el desarrollo de esta ciencia presente en todas las esferas de la vida cotidiana y de continuar la búsqueda incesante de nuevas y mejores soluciones en bien de la sociedad.

Nuestra revista dedica nuevamente este número a nuestro sistema periódico en saludo al *Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos*, declarado así por la Asamblea General de Naciones Unidas. En la sección de la Tabla Periódica incluimos un artículo que evidencia la presencia de la Química en la ciencia ficción, y cómo la imaginación sin límites ha impulsado el descubrimiento de nuevos elementos químicos. En esta edición les proponemos, como va siendo habitual, una gran variedad de temas. En la sección de Investigación Química se presenta la obtención de fármacos mediante síntesis química; el desarrollo de pegamentos que permiten la adhesión en ausencia de aire; así como el uso del BIOCHAR, un material producido a partir de biomasa vegetal y/o animal, en biorremediación, aspectos de gran interés y aplicabilidad. También se aborda el papel determinante de los metales pesados en funciones biológicas, en contraste con su conocido efecto tóxico para el medio ambiente y para los seres vivos.

Se incluyen trabajos relacionados con la Enseñanza de la Química, los cuales pretenden orientar a los jóvenes en aspectos relacionados con la redacción de artículos científicos, la calidad de los revistas y autores, y el orden de los mismos en las publicaciones. Además, se resalta la importancia de la Química en la formación profesional en áreas relacionadas, haciendo énfasis en la formación integral de ingenieros agrónomos, así como el estrecho vínculo entre esta ciencia y las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Resaltamos en la sección de Historia de la Química la publicación de un trabajo inédito del Dr. Ernesto Ledón Ramos relacionado con la historia de la ciencia en Cuba. Además, se presenta un artículo que concluye la serie relacionada con la historia de la Sociedad Cubana de Química y se abordan aspectos relacionados con la vida del Friedrich Wilhelm Ostwald, premio Nobel de Química.

Desde el pasado número contamos con la colaboración directa de los estudiantes, motivados por divulgar la labor de la FEU en el desarrollo de la Química. En esta oportunidad nuestra revista se complace con inaugurar una sección a la que decidimos nombrar *La FEU en nuestra comunidad*, justamente para hacer honor a la destacada participación del estudiantado en el quehacer de la Sociedad, como relevo y motor impulsor de la ciencia cubana. En esta nueva sección se publican las memorias de la pasada Jornada Científica Estudiantil de la Facultad de Química (JCE 2019), así como las experiencias de estudiantes que participan en proyectos de investigación incluidos en las conocidas Incubadoras de Ideas. Además, aprovechamos la oportunidad para divulgar *El radical Libre*, una revista de los estudiantes, hecha por y para estudiantes. A todos ellos le agradecemos su colaboración en este número y esperamos continuar contando con su apoyo y disposición.

En la sección de Noticias publicamos las memorias del pasado XII Simposio de Diseño Molecular y Bioinformática (SEADIM). También aparecen noticias relacionadas con la visita de estudiantes suizos a nuestra Universidad, el venidero XXXVIII Simposio de Instrumentos Científicos y la graduación de la Facultad de Química el pasado mes de julio, acto dedicado al 500 Aniversario de la fundación de La Habana. Incluimos las palabras del Dr. Luis Javier González a los jóvenes graduados, discurso que llevó un mensaje de perseverancia y amor por la ciencia a los jóvenes de estos tiempos. Finalmente encontrarán como es habitual una sección de Entretenimientos en la que podremos poner a prueba nuestros conocimientos de una forma amena y divertida.

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.

Claudia Iriarte Mesa
Editora

Leonardo González Ceballos

**Departamento de Química General e Inorgánica
Centro de Estudio de Productos Naturales
Facultad de Química, Universidad de La Habana
leo@fq.uh.cu**



Continuando con esta serie de trabajos a raíz de la proclamación del año 2019 como “Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos” les presento este artículo en el que corroborarán que la imaginación no tiene límites y que ha servido de guía para muchas innovaciones. ¡Ahí les va!

Cuando Dimitri Mendeleiev propuso su tabla periódica se encontró con espacios en los que no podía colocar a ninguno de los elementos conocidos. Fue así que las puertas de la imaginación, en la búsqueda de nuevos elementos, se abrieron para todos por igual, y no solo para los científicos. Los materiales ficticios han estado presentes en series de televisión, películas y libros desde hace ya varias décadas. A algunos de estos materiales se les han atribuido propiedades que solo podrían existir en el campo de la ficción, mientras que a otros se les diseñó muy similares a sus homólogos reales.¹

La mayoría de los elementos ficticios parecen ser metales o aleaciones, lo más seguro, debido a que los accesorios que necesitan los héroes y aventureros tienen que ser difíciles de partir, romper o abollar. Es por ello quizás que el *adamantio* (Figura 1) aparece en tantas historias de ciencia ficción. Este nombre proviene del latín *adama*, que a su vez proviene del griego *adama* o *adamanto*, que significa indomable. De hecho, el *adamantio* ha sido empleado a lo largo de la historia para referirse a cualquier material con

increíbles propiedades robustas. El alótropo del carbono preferido por los joyeros, el diamante, también debe su nombre, según la misma raíz etimológica, a su dureza.



Figura 1. Adamantio
(tomado de huertum.fandom.com)

En la antigua tragedia griega “Prometheus Bound”, por ejemplo, se usan cadenas irrompibles de adamantio para atar a Prometeo a las rocas, mientras que en la obra de Shakespeare “A Midsummer Night’s Dream” Demetrio el impenetrable es llamado “corazón de adamantio”. Este elemento también fue empleado en el mundo de Tolkien, en el cual, uno de los tres anillos Elven, Narya, “se construyó a partir de *mithril* y de una gema blanca de *adamantio*”. Dentro de los metales ficticios, el *mithril* también es reconocido. Según Gandalf en la primera película de El Señor de los Anillos “La Comunidad del Anillo”, “todos lo deseaban porque podía ser forjado como el cobre y pulido como el cristal y los enanos podían hacer de él un metal ligero tan resistente como el acero templado. Su belleza era como la de la plata, pero ni se

opacaba ni se atenuaba”. De hecho, el *mithril* era tan duro y ligero que incluso se empleó para fabricar cotas de mallas en la Tierra Media. Tal y como la que usó Frodo durante toda la saga.

Naturalmente, la ciencia ficción ha sido la fuerza directriz detrás de la creación de muchos elementos fantásticos. A medida que los superpoderes se volvían más refinados, un nuevo set de elementos debía ser creado para igualar los requerimientos de los materiales que debían soportar a dichos poderes. De *adamantio* es la envoltura, casi indestructible, que recubre los huesos y las garras retráctiles de Wolverine, se dice que es una aleación de acero y *vibranio*, el elemento ficticio que compone el escudo del Capitán América y el delgado traje de Pantera Negra (Figura 2). Las aleaciones reales tienen la habilidad de combinar propiedades y exhibir variados comportamientos, el acero inoxidable, por ejemplo, es muy resistente a la corrosión, mientras que el nitinol, una aleación de níquel y titanio, posee superelasticidad y memoria de forma, estas propiedades se pueden encontrar fácilmente en el mundo ficticio.



Figura 2. El escudo del Capitán América y el traje de Pantera Negra (tomado de www.besthdwallpaper.com)

El *vibranio* mismo posee propiedades muy interesantes. Es ligero pero muy duro (otra vez estas propiedades) catalogado como “la sustancia más dura del universo” en la película Pantera Negra del año 2018. No obstante, ¿cabría la posibilidad de pensar que el *vibranio* es solo un nombre más para un elemento que ya existe en la vida real?

El *vibranio* es fuerte en todos los sentidos de la palabra, difícil de doblar, partir, abollar y rayar. También es muy ligero y, según la película del Capitán América, es tres veces más liviano que el acero. Cuando lo usa Pantera Negra en su traje, se describe como una malla ligera con la capacidad de soportar el impacto de la mayoría de las armas. En la vida real, uno de los elementos más duros y ligeros es el titanio. De modo muy similar al titanio, el *vibranio* solo puede ser rayado o abollado por sí mismo, como cuando las garras de Pantera Negra dejan su marca en el escudo del capitán América. En términos de densidad, el *vibranio* es mucho más liviano que el acero y el titanio (Tabla 1).

Tabla 1. Densidad y fuerza de tensión de algunos materiales reales que podrían compararse con el *vibranio*

	Densidad (g/mL)	Fuerza de tensión (MPa)
Acero bajo en carbono	7,8	440
Vibranio	2,6 (un tercio del acero)	desconocido
Titanio	4,5	434
Grafeno	0,00016	130500

Otra capacidad notable del *vibranio* es que la energía de cualquier impacto es absorbida en lugar de atravesarlo. Convenientemente, esta energía absorbida puede ser liberada luego de algún tiempo, es decir, el material también funciona como un capacitor. Aunque no queda claro, lo más seguro es que esta energía sea liberada luego de ser convertida a otra forma, esto explica, de algún modo, el brillo intenso que se observa cuando el martillo de Thor golpea el escudo del Capitán América durante la primera entrega de la saga “Los Vengadores”. En este caso la energía almacenada se liberó en forma de luz, y probablemente en algo de calor y sonido también.

La capacidad de un material de dispersar una gran cantidad de energía a través de sí mismo en lugar de recibir el impacto por completo se ha observado en materiales de la vida real, tal es el caso del Kevlar, poli (p-fenilentereftalamida), un material que se emplea en los chalecos a prueba de balas. Existe otro material liviano y resistente que también podría emplearse, en teoría, en dichos chalecos. Este material es capaz de transferir el calor y la electricidad con una gran preferencia vectorial, es decir, en una dirección específica, en un plano en lugar de atravesar el plano. Este material elemental es un alótropo del carbono, uno de sus alótropos más raros, me refiero al grafeno.

El grafeno es increíblemente ligero, con una densidad de solo $0,00016 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ y extremadamente resistente.² Además puede comportarse como un supercapacitor.³ Mediante una comparación directa, podemos notar que el grafeno posee una capacidad de tensión 300 veces mayor que la del acero y el titanio. Debido a que los átomos de carbono se encuentran fuertemente enlazados en el grafeno, formando un plano bidimensional, la cantidad de energía necesaria para romper dichos enlaces es sumamente grande, de ahí que sea más fácil que esta sea transferida a lo largo del material. La dureza del grafeno, en términos de su resistencia a ser rayado, no se puede medir exactamente por lo que no se le puede comparar con la del titanio o la del acero. Las razones que limitan el uso extensivo del grafeno radican en que actualmente no se dispone de un modo de obtenerlo en grandes cantidades de forma barata y fácil, su baja resistencia a la fractura y al hecho de que, al adicionar más capas, el grafito obtenido retiene algunas de las propiedades del grafeno; gran conductividad eléctrica y térmica y una alta capacidad de tensión, pero en menor medida que una sola hoja de grafeno. Por ejemplo, se vuelve frágil, lo cual lo alejaría de alguna aplicación relacionada con un superhéroe.

Basándonos en estos elementos no sería descabellado pensar que el grafeno es el *vibranio* de la vida real.⁴ Pues bien, una compañía está usando a los primos tubulares del grafeno, los nanotubos de carbono, para crear un material que ellos mismos han denominado *Vibranio*. Esta compañía asegura que su material es un compuesto 10 veces más fuerte que el acero, 2,5 veces más rígido que el aluminio y que posee 2,5 veces la capacidad de tensión del acero al carbono.

Ciertamente, esta no es la primera vez que materiales ficticios han servido para inspirar a uno de la vida real. De hecho, muchas innovaciones^{5,6} han sido inspiradas o conducidas por la ciencia ficción, desde el rayo tractor de La Guerra de las Galaxias⁷ hasta la capa de invisibilidad de Harry Potter.⁸ Sin embargo, una franquicia es la que se lleva todos los aplausos, Viaje a las Estrellas o Star Trek (por sus siglas en inglés). Por ejemplo, los replicadores presagiaron el desarrollo de las impresoras 3D, mientras que los comunicadores inspiraron directamente el diseño de varios modelos de teléfonos celulares. Los dispositivos de pantallas de acceso personal lucen y funcionan como los iPads, y los audífonos Dominion junto con el VISOR Geordi La Forge inspiraron el desarrollo de las Gafas de Google, ¡impresionante!

Del mismo modo en que crearon dichos productos, este show también creó una amplia variedad de propiedades para los elementos existentes; así como, elementos completamente nuevos. El aluminio transparente se empleó en las ventanas de la nave espacial USS Enterprise (y también sirvió para construir una piscina dentro de la nave para rescatar un par de ballenas jorobadas). Para intentar recrear a este material,⁹ y en particular sus propiedades ópticas peculiares, los científicos han tenido que ahondar en el mundo de las cerámicas. Dos vías distintas se han descrito para materiales duros y transparentes derivados del aluminio. El

laboratorio naval de Estados Unidos creó un aluminato de magnesio, conocido comercialmente como Spinel (Figura 3A).¹⁰ Este compuesto, en forma de polvo, al ser calentado en un molde a altas presiones se vuelve un material opaco que luego de ser pulido se vuelve transparente y muy duro. Existe otro material que quizás posee propiedades más similares a las de Star Trek. Conocido comercialmente como ALON (Figura 3B) (aluminium oxynitride) posee una estructura cristalina similar a la del aluminato de magnesio, pero es un 15% más duro. Es altamente transparente y su densidad no es muy alta comparado con la de los cristales blindados.¹¹

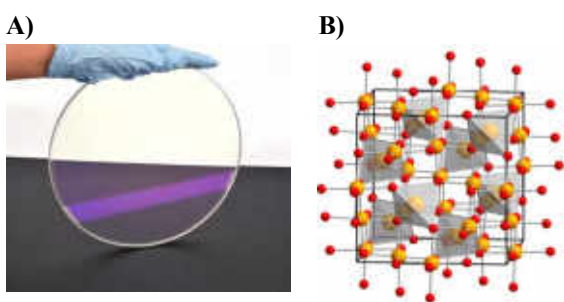


Figura 3. Variantes reales del aluminio transparente. A) Spinel B) ALON

En la saga Star Trek también se menciona al dilitio, que no se refiere a la molécula gaseosa y extremadamente electrofílica Li_2 . Es un material ficticio, creado por los escritores, con fórmula ${}_{87}Dt$, cuyo similar en la tierra no existe debido a que incumple la mayoría de las leyes de la física. Según el número atómico mencionado en Star Trek, el similar del dilitio en nuestro mundo sería el francio. Al ser electromagnéticamente “energizado”, el dilitio es capaz de separar la materia de la antimateria

dentro del reactor Warp (el reactor que le permite a la nave y su tripulación viajar a mayor velocidad que la luz) y mantenerlo por un largo intervalo de tiempo. Como consecuencia, es posible controlar la combinación de la materia y la antimateria y de este modo aprovechar la gran cantidad de energía liberada. Mientras los científicos en la Tierra sueñan con un material similar, este elemento permanece en el campo de la ficción. No obstante, esta idea de controlar una reacción potencialmente explosiva ya se ha usado como inspiración en los reactores de fusión nuclear, y quizás en el futuro se podría emplear para viajar en el espacio largas distancias en un menor tiempo. Adicionalmente, el trilitio, un subproducto de los reactores Warp, podría inspirarnos en el mejoramiento de la seguridad de los futuros reactores de fusión debido a su habilidad de inhibir las reacciones nucleares.

Albert Einstein dijo una vez: “*I am enough of the artist to draw freely upon my imagination. Imagination is more important than knowledge. Knowledge is limited. Imagination encircles the world.*”¹² Es por ello que les propongo soñar sobre lo que hay ahí afuera y disfrutar con aquello que podemos imaginar y así incrementar nuestro conocimiento sobre los elementos ya conocidos. Dado que el oganesón, el elemento más pesado de todos los observados hasta la fecha, está comportándose de un modo “raro”,¹³ no será descabellado pensar que existen elementos más pesados cuyas propiedades sean aun más extrañas e impredecibles.

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

The image shows a standard periodic table of elements. At the top, it is titled 'TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS'. The table is organized into groups (1-18) and periods (1-7). A legend in the upper right corner identifies various element categories: Metales (Metals), No metales (Non-metals), Gases nobles (Noble gases), and others. Below the main table, there are two rows of elements labeled 'LANTANÓIDOS' and 'ACTINÓIDOS'. The table includes atomic numbers and element symbols for each element.

REFERENCIAS

1. Suze Kundu,
<https://doi.org/10.1038/s41557-018-0194-5>.
2. Shekhawat, A. & Ritchie, R. Nat. Commun. 7, 10546 (2016).
3. Graphene supercapacitor holds promise for portable electronics. Science Daily <https://www.sciencedaily.com/releases/2012/03/120315152524.htm> (15 de marzo de 2012).
4. Logan, M. What's the closest real-world material to Black Panther's vibranium? Inverse <https://www.inverse.com/article/15931-what-s-the-closest-real-world-material-to-vibranium> (18 de febrero de 2018).
5. When science fiction inspires real technology. MIT Technology Review <https://www.technologyreview.com/s/610713/whenscience-fiction-inspires-real-technology/> (5 de abril de 2018).
6. Tech to the future: when science fiction becomes science fact. The Guardian Labs <https://www.theguardian.com/mini-the-futurestarts-now/2018/jul/31/tech-to-the-future-when-science-fiction-becomes-science-fact> (consultada el 5 de noviembre de 2018).
7. Marzo, A. et al. Nat. Commun. 6, 8661 (2015).
8. Chen, P., Argyropoulos, C. & Alù, A. Phys. Rev. Lett. 111, 233001 (2013).
9. Kundu, S. The engineering of Star Trek: transparent aluminum in the 21st century. Forbes <https://www.forbes.com/sites/sujatakundu/2015/08/19/the-engineering-of-star-trek-transparent-aluminum-in-the-21st-century/#36992384c355> (19 de Agosto de 2015).
10. Wiens, K. Transparent armor from NRL; spinel could also ruggedize your smart phone. US Naval Research. Laboratory <https://www.nrl.navy.mil/news/releases/transparentarmor-nrl-spinel-could-also-ruggedize-your-smart-phone> (23 de abril de 2015).
11. Richard L. Gentilman et al. Transparent aluminum oxynitride and method of manufacture U.S. Patent 4,520,116 Issue date: May 28, 1985
12. Viereck, G. S. What life means to Einstein. Saturday Evening Post (26 de octubre de 1929); http://www.saturdayeveningpost.com/wpcontent/uploads/satevepost/what_life_means_to_einstein.pdf
13. Jerabek, P., Schuettrumpf, B., Schwerdtfeger, P. & Nazarewicz, W. Phys. Rev. Lett. 120, 053001 (2018).

La obtención de fármacos mediante síntesis química, algunas estructuras de medicamentos que se utilizan habitualmente

Investigación
Química

Margarita Suárez Navarro

Facultad de Química
Universidad de La Habana

msuarez@fq.uh.cu



Las sustancias utilizadas para la cura de enfermedades son tan antiguas como la propia humanidad. Hasta finales del siglo XIX todos los medicamentos procedían de la naturaleza, pero con el desarrollo de la Química Orgánica se fueron aislando los compuestos químicos contenidos en ellas y que eran responsables de su acción, naciendo así el concepto de *principio activo*. Una vez conocida su estructura química, se trató de imitarla mediante síntesis, lo que supone también la obtención de productos relacionados.

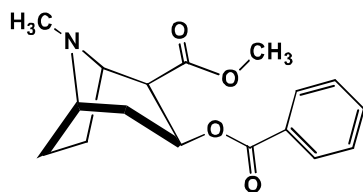
Como *fármaco* o *principio activo* se conoce aquella sustancia con composición química exactamente conocida y que es capaz de producir efectos o cambios sobre una determinada propiedad fisiológica de quien lo consume; un fármaco puede ser exactamente dosificado y sus efectos, tanto beneficiosos como perjudiciales, son perfectamente conocidos. La palabra proviene del latín *pharmācum*, que a su vez la toma del griego *phármakon*. Puede significar ‘remedio’, ‘antídoto’, ‘cura’ o, incluso, ‘droga’ o ‘veneno’.

El término medicamento del latín *medicamentum*, documentado hacia 1490, se refiere a la combinación de uno o más fármacos con otras sustancias farmacológicamente inactivas llamadas excipientes, que sirven para darle forma a la

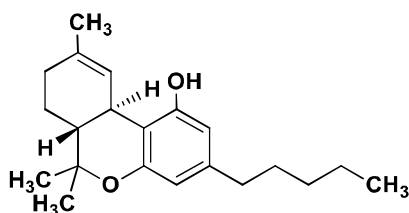
presentación farmacéutica y que facilitan la producción, el transporte, el almacenamiento, la dispensación y la administración de los fármacos; los medicamentos se identifican por la denominación común internacional (DCI) o nombre genérico del fármaco que contienen y mediante un nombre comercial o de marca que escoge libremente cada fabricante.

Se entiende por *droga* una mezcla de compuestos de origen vegetal o animal que contiene uno o más principios activos y que no ha experimentado manipulación, sólo la necesaria para su conservación. Al menos una de las sustancias tiene actividad farmacológica, pero se desconoce tanto el tipo como la composición de la mezcla, es decir, no se conoce la identidad de otros componentes ni mucho menos su concentración. La marihuana y el bazuco son ejemplos de drogas: en la primera se sabe que el Δ^9 tetrahidrocanabinol y en el segundo, la cocaína, son los responsables de los efectos adictivos de cada droga. Sin embargo, cada vez que un farmacodependiente consume cualquiera de éstos productos se desconoce la cantidad exacta que ha ingerido de los principios activos, qué otros principios activos ha consumido y la dosis de cada uno de ellos. Desde un punto de vista puramente farmacológico y atendiendo a la definición dada, también se consideran como drogas los extractos de plantas, tinturas o extractos

obtenidos a partir de productos naturales que se usan popularmente con fines terapéuticos.



(2*R*,3*S*)-metil 3-(benzoiloil)-8-metil-8-azabicyclo[3.2.1]octano-2-carboxylato
cocaína



(6*aR*,10*aR*)-6,6,9-trimetil-3-pentil-6*a*,7,8,10*a*-tetrahidro-6*H*-benzo[*c*]cromen-1-ol
Δ⁹ tetrahidrocannabinol

Una de las primeras fuentes de las que se extraen los fármacos son los productos naturales. Generalmente, su estudio surge debido a la observación de la medicina popular sobre todo de las plantas denominadas medicinales. En principio, cabría suponer que este campo de la investigación debía estar agotado a estas alturas, pero nada más lejos de la realidad. Algunos autores afirman que sólo se ha estudiado algo más del 10% de la flora terrestre y lo realizado con la flora marítima es bastante menor.

Otra de las formas de crear medicamentos es la semisíntesis. Es decir, en algunos casos, las moléculas obtenidas de las plantas medicinales son susceptibles de ser modificadas con diversos fines. Unas veces se persigue modificar sus propiedades físico-químicas para que se consiga una distribución selectiva; otras, se trata de intensificar la actividad o de obtener una especificidad de actuación superior. Los medicamentos se pueden obtener también mediante procesos de síntesis en los laboratorios.

A partir de la segunda mitad del pasado siglo, con el desarrollo de la química orgánica

sintética, la investigación de medicamentos se encamina a la búsqueda de un prototipo o cabeza de serie, un líder con el objetivo básico de llenar un vacío terapéutico. Se prepara gran número de moléculas químicas pertenecientes a una misma serie o a series análogas y se someten a diferentes ensayos farmacológicos con la idea de que de algunos pueda deducirse cierta actividad útil. También es importante la manipulación molecular por la que se modifican estructuras de medicamentos conocidos al objeto de conseguir propiedades más aceptables, mayor actividad, menor toxicidad mejor forma de administración, menor coste de producción, etcétera.

A partir de 1960, la metodología de la investigación de nuevos fármacos se basa cada día más en preparar moléculas que interaccionan con rutas metabólicas o receptores conocidos o postulados. Con este procedimiento *racional* se satisface el objetivo de farmacocinéticos y farmacólogos, que es el de diseñar fármacos que posean una acción muy definida.

Una vez que se tiene la estructura óptima que mejor combine las propiedades deseables y los efectos secundarios es preciso que el compuesto sea sometido a largas, extensas y, en ocasiones, exhaustivas evaluaciones de seguridad. Éstas incluyen toxicidad crónica, estudios metabólicos, carcinogenicidad, teratogenicidad, etcétera. Antes de que el medicamento sea finalmente aprobado por las autoridades sanitarias y autorizadas su comercialización hay un largo período de ensayos clínicos estrechamente controlados, primero en personas sanas y después en pacientes, al objeto de evaluar su eficacia y tolerancia.

No es difícil darse cuenta de los rigores y costes de desarrollo y de los riesgos de fallo cuando, de los 12 años que por término medio se requieren para el desarrollo de un nuevo medicamento, la fase de descubrimiento (síntesis química y ensayos farmacológicos) sólo ocupa tres años. Los nueve años restantes

corresponden a los ensayos preclínicos y clínicos. El programa total comprende la labor de un amplio equipo de científicos altamente cualificados y tiene un alto coste.

Las compañías farmacéuticas consideran que la distribución de los gastos de investigación y desarrollo de un medicamento es, en porcentajes medios: un 29% para síntesis y ensayos farmacológicos, un 25% para otros estudios en animales, toxicología, metabolismo, etc., un 28,4% para eficacia y seguridad en hombre, un 6,3% para el desarrollo de una forma de administración adecuada y un 11,3% para el desarrollo del proceso de producción.

Nomenclatura de los fármacos

Como cualquier sustancia química los fármacos pueden nombrarse de acuerdo con las reglas de nomenclatura sistemática de la IUPAC. No obstante, los nombres resultantes de la aplicación de tales reglas pueden resultar extremadamente largos, difíciles de memorizar, prácticamente desprovistos de sentido para los no especialistas en la materia y, desde un punto de vista terapéutico, carentes de información acerca de la utilidad del compuesto así nombrado.

Con el objetivo de disminuir algunos de los inconvenientes anteriores, suelen emplearse los llamados *nombres genéricos* o *Denominaciones Comunes Internacionales* (DCI), unificados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) mediante una resolución aprobada por los países miembros en 1953. En líneas generales las DCI no deben de ser excesivamente largas, deben de resultar fácil de pronunciar y deletrear, han de mostrar su relación con otras sustancias con el mismo tipo de actividad farmacológica (*grupo farmacoterapéutico*) y, por último, no han de dar lugar a connotaciones anatómicas, fisiológicas o patológicas que puedan condicionar la aceptación del fármaco por

parte del paciente (por ejemplo un nombre que empiece por *cáncer-* no es aceptable por las connotaciones obvias que contiene. Por otra parte, en la asignación de una DCI para un nuevo fármaco el nombre no ha de crear confusión con los ya existentes para otros fármacos. En la tabla 1 se indican algunas raíces que se emplean en la construcción de las DCI como indicadores del grupo farmacoterapéutico. Las raíces precedidas por un guion son sufijos que constituyen la terminación del nombre genérico. Si el guion está al final son prefijos que estarán al principio de la DCI. Por último, las partículas que no llevan guiones son afijos que pueden incluirse en cualquier lugar de la DCI.

Tabla 1. Partículas indicativas del grupo farmacológico

Partículas	Grupos farmacológicos
<i>-actida</i>	Polipéptidos sintéticos de acción semejante a la corticotrofina
<i>-acetamol</i>	Analgésicos relacionados con el paracetamol
<i>andr</i>	Esteroides andrógenos
<i>-arol</i>	Anticoagulantes del grupo diicumarol
<i>-azepan</i>	Fármacos el grupo del diazepam
<i>bol</i>	Esteroides anabolizantes
<i>-buzona</i>	Analgésicos antiinflamatorios del grupo de la fenilbutazona
<i>-caina</i>	Anestésicos locales
<i>cef-</i>	Antibióticos derivados del ácido cefalosporánico
<i>-cilina</i>	Antibióticos derivados del ácido penicilánico
<i>cort</i>	Corticosteroides, excepto los del grupo de la prednisolona
<i>-ciclina</i>	Antibióticos del grupo de la tetraciclina
<i>-dipina</i>	Bloqueadores de los canales de calcio derivados de la nifedipina

<i>estr</i>	Fármacos estrogénicos
<i>-fibrato</i>	Fármacos del grupo del clofibrato
<i>-formina</i>	Hipoglucemiantes del grupo de la indometacina
<i>gest</i>	Esteroides progestágenos
<i>gli-</i>	Sulfamidas hipoglucemiantes
<i>-io</i>	Compuestos de amonio cuaternario
<i>-metacina</i>	Fármacos antiinflamatorios del grupo de la indometacina
<i>-micina</i>	Antibióticos producidos por <i>Streptomyces</i>
<i>-nidazol</i>	Antiprotozoarios del grupo del metronidazol
<i>-olol</i>	Bloqueadores adrenérgicos beta, del grupo del propranolol
<i>-ónido</i>	Esteroides para uso tópico que contienen el grupo acetónico
<i>-pramina</i>	Fármacos del grupo de la imipramina
<i>-pril(ato)</i>	Inhibidores del enzima convertidor de angiotensina (ECA)
<i>-profeno</i>	Antiinflamatorios del grupo ibuprofeno
<i>Prost</i>	Prostaglandinas
<i>-relina</i>	Péptidos estimulantes de la liberación de hormonas hipofisarias
<i>sulfa-</i>	Sulfonamidas antibacterianas
<i>-terol</i>	Broncodilatadores derivados de la feniletilamina
<i>-tiazida</i>	Diuréticos del grupo de la clorotiazida
<i>-trexato</i>	Antagonistas del ácido fólico
<i>-verina</i>	Espasmolíticos relacionados con la papaverina

Los medicamentos, al igual que otros productos de consumo, se presentan en forma de marca registrada durante el período de

explotación de la patente por una empresa farmacéutica. En la mayoría de los países es la marca registrada la que se emplea en la promoción, prescripción y dispensación del medicamento. Dado que la marca registrada es impuesta por la empresa propietaria del producto y que dicha marca no tiene que acogerse a ningún tipo de directrices, es muy corriente que los nombres comerciales de los medicamentos indiquen muy poco o nada respecto a la naturaleza del componente activo o de su uso terapéutico.

Como ejemplo ilustrativo, se indican a continuación, algunas de las marcas registradas de los medicamentos que contienen *paracetamol*: Acertol®, Acron®, Adalgor®, Analter®, Antidol®, Apiretal®, Aspa®, Bandol®, Daflagan®, Dolgesic®, Gelocatil®, Termalgin®, Tylenol®, y así hasta completar 31 nombres.

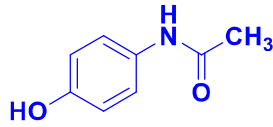
Algunos medicamentos que contienen paracetamol:



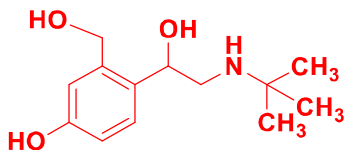
Es decir que, aunque las marcas registradas y las DCI puedan parecer semejantes a los no expertos, la diferencia entre ambas es muy clara. Así, mientras que las DCI sirven para identificar el fármaco o principio activo y se basan en unas directrices establecidas por la OMS, las marcas registradas se emplean para el medicamento en su conjunto y su nombre

atiende a intereses promocionales o comerciales de la empresa que lo fabrica.

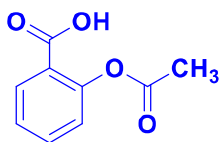
Estructura de fármacos que se consumen habitualmente



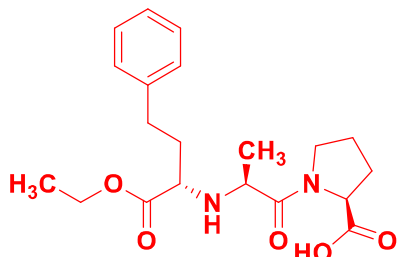
Paracetamol: para aliviar el dolor



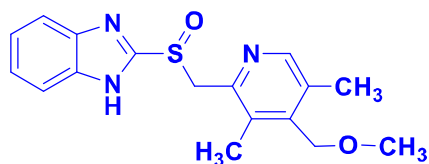
Salbutamol: para el asma



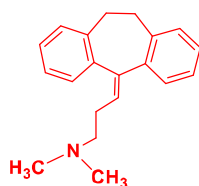
Aspirina: para disminuir la fiebre y aliviar el dolor



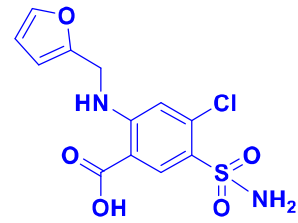
Enalapril: para la hipertensión



Omeprazol: para la acidez de estómago



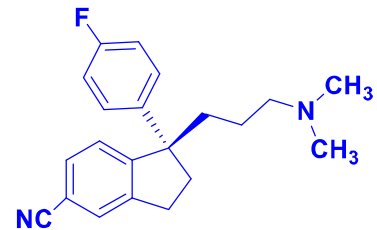
Amitriptylina: contra la depresión



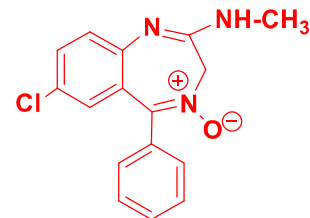
Furosemida: un diurético



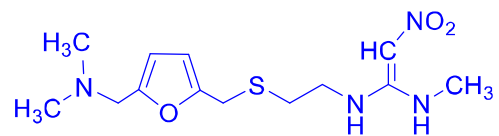
Metformina: un antidiabético



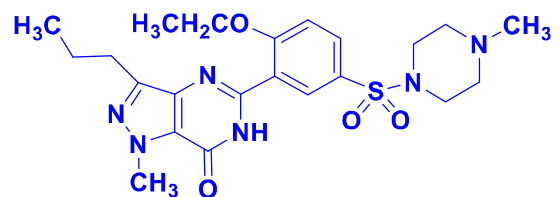
Citalopram: un antidepresivo



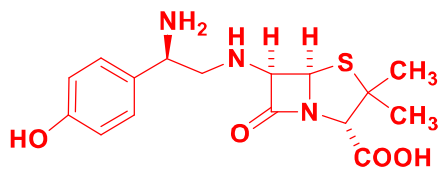
Clordiazepóxido: ansiolítico



Clordiazepóxido: ansiolítico



Sinedafilo: tratamiento de la disfunción eréctil



Amoxicillina: antibiótico

Como se observa, disimiles son las estructuras de los compuestos orgánicos que se emplean como medicamentos para el tratamiento de enfermedades comunes hoy día.

REFERENCIAS

1. P. Camps García, S. Vázquez Cruz, C. Escolano Mirón, *Fundamentos de Síntesis de Fármacos*, Ed. Universitat de Barcelona, **2005**. ISBN: B-84-475-2876-6.
2. D. A. Williams, T. L. Lemke, *Principles of Medicinal Chemistry*, Ed. Lippincott Williams & Wilkins, **2002**. ISBN: 0-683-30737-1.
3. A. Delgado, C. Minguillón, J. Joglar, *Introducción a la Síntesis de Fármacos*, Ed. Síntesis, **2002**. ISBN: 84-9756-029-9.
4. D. S. Johnson, J. Jack Li, *The Art of Drug Synthesis*, **2007**, Ed. ISBN: 978-0-471-75215-8.

Ricardo Martínez Sánchez

**Profesor Titular (jubilado)
IMRE. Universidad de La Habana**

ricardo@imre.uh.cu



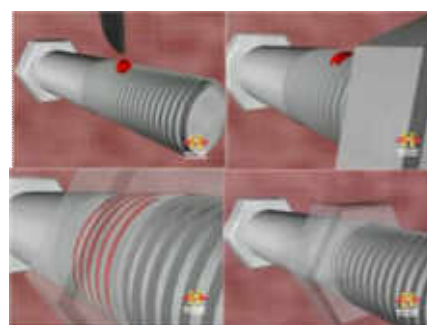
En la actualidad el uso de los adhesivos se encuentra muy extendido y permite la solución de problemas disímiles. Los adhesivos anaeróbicos constituyen un buen ejemplo.

Las maquinarias pesadas, que producen muchas vibraciones, provocan el desajuste de tuercas y pernos que se aflojan y pueden incluso, en el caso de los vehículos, desenroscarse totalmente y caer. Esto era notorio en el caso de las carreras de autos. Ellas gozaban de una popularidad creciente en los años 60 del pasado siglo, a lo que contribuían las competencias de Fórmula 1, iniciadas en 1950. Al concluir la carrera era necesario limpiar la pista donde quedaban los pernos y las tuercas desprendidas de los vehículos. Tal complicación dejó de ser un problema cuando aparecieron los adhesivos anaeróbicos, llamados así porque curaban al excluirse el aire de las superficies en contacto. Estos pegamentos pueden unir los metales comunes, el vidrio, las cerámicas y los plásticos termo fijos.

El esquema I muestra como se aplica un adhesivo anaeróbico para fijar una tuerca.

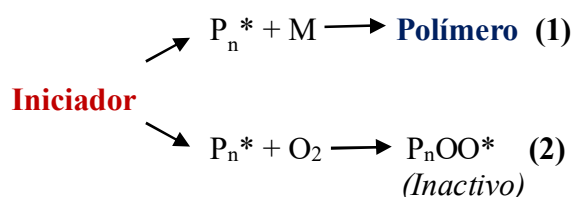
Esquema 1. La aplicación de una gota de pegamento a un tornillo para fijarle una tuerca.

Líquido estable al aire → Exclusión del oxígeno entre tuerca/tornillo → Adhesión



Fotos tomadas de <https://www.youtube.com/watch?v=kLPUOulsd4M>.

El desarrollo de este tipo de adhesivos es un ejemplo de la integración de los conocimientos químicos. Se basan en la mezcla de un monómero acrílico y un iniciador con un tiempo de vida medio largo. Una vez que se forma un radical libre (P_n^*) se producen dos reacciones paralelas en presencia del oxígeno del aire:

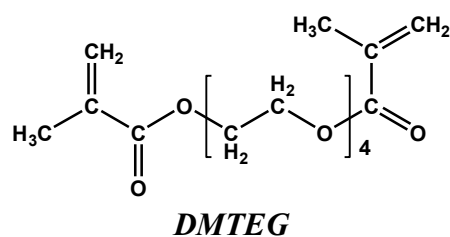


La reacción 2 es la predominante durante el tiempo en que el adhesivo permanece almacenado y una vez que se aplica y se excluye el aire, se favorece la reacción 1 y se logra la adhesión de los sustratos.

1. Algo de historia

1.1. El precursor

A finales de la década de 1940 Burnett y Nordlander (Figura 1) trabajaban para la General Electric y obtuvieron un adhesivo que patentaron en 1950 con el nombre de ‘Anaerobic Permafil’.¹ El producto, que llamaron “monómero anaeróbico”, se obtenía burbujeando aire en dimetacrilato de tetraetilenglicol (DMTEG) a 60-80°C.



Se producía la oxidación de una parte de los dobles enlaces del DMTEG de partida, o de los oligómeros formados, y la formación de hidroperóxidos. La mezcla tenía un contenido de oxígeno activo del 0,1%, determinado por la titulación con tiosulfato de sodio de una muestra tratada con yoduro de potasio.

La resina oxigenada se descomponía fácilmente dando radicales que podían iniciar la polimerización del DMTEG y para evitarlo se requería la presencia de gran cantidad de oxígeno.

La mezcla era líquida a la temperatura ambiente, mientras que se mantuviera la aireación, y producía un polímero reticulado si cesaba el burbujeo de aire o el líquido se colocaba entre dos superficies que formaran entre ellas una película fina aislada del aire.

Burnett y Norlander reportaron que el “monómero anaeróbico” polimerizaba rápidamente si se guardaba en un contenedor de Fe o Cu.

El adhesivo servía para unir metales y vidrio a vidrio y metal. La GE lo suministraba con un compresor para burbujear el O₂ y aunque tuvo algunos clientes industriales las dificultades asociadas a su manejo y

almacenamiento provocaron su salida del mercado en 1952.

Los químicos de la GE cometieron el gran error de no prever el éxito que tendría el adhesivo si se lograba una formulación que permitiera la eliminación del burbujeo del aire y la distribución del producto en contenedores manuales. La GE accedió a transferir su patente.

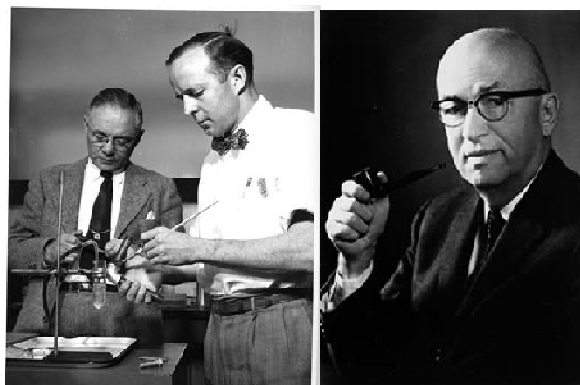


Figura 1. De izquierda aderecha los Drs: B.W. Nordlander, Robert E. Burnett y Vernon Krieble (Tomado de miSci - Museum of Innovation and Science)

1.2. El primer adhesivo anaeróbico

En aquellos años Robert Krieble trabajaba como gerente de ingeniería en el departamento de materiales químicos de la GE y le describió todo lo relacionado con el ‘Anaerobic Permafil’, desarrollado por Burnett y Norlander, a su padre, Vernon Krieble, quien era el jefe del departamento de química del Trinity College de Hartford, Connecticut. V. Krieble consideró que la solución al problema de la aireación del pegamento era incrementar mil veces la sensibilidad del producto a la inhibición por el oxígeno. Una de las pruebas que realizó fue oxigenar el tetraetilenglicol dimetil éter, una molécula similar al DMTEG pero sin dobles enlaces. El producto, un hidroperóxido, se agregó al DMTEG y se obtuvo un adhesivo estable que podía almacenarse por años en un frasco de polietileno de baja densidad, permeable al oxígeno. V. Krieble había obtenido el primer adhesivo anaeróbico de utilidad comercial.²

V. Kriable creó la compañía “American sealants” y en 1957 solicitó la patente de un adhesivo anaeróbico formado por la mezcla de un dimetacrilato y un hidroperóxido.³ El pegamento salió al mercado con el nombre de Loctite y tuvo un éxito inmediato. Más tarde Kriable le cambió el nombre a su compañía por el de Loctite.

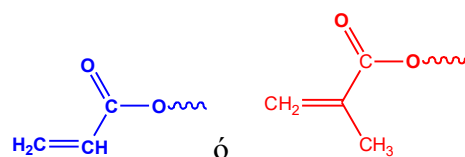
2. El fundamento químico de los adhesivos anaeróbicos

El pegamento no contiene disolventes; consta del monómero, iniciador, acelerador, inhibidor y otras sustancias que se adicionan de acuerdo al uso previsto.

La mayor información sobre los aspectos químicos relacionados con los componentes y el curado de estos adhesivos se encuentra en la literatura de patentes. Hay pocos estudios de corte académico en los que se pueden encontrar las características del curado⁴ y un estudio cinético en disolución donde se usa metacrilato de metilo como monómero para evitar la reticulación.⁵ En este último se reporta que la $E_a = 43.5$ KJ/mol, alrededor de la mitad de los valores típicos de la polimerización radicalica, lo que justifica que el curado del adhesivo se produzca a la temperatura ambiente.

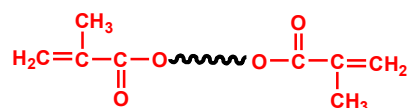
2.1. Los monómeros

Los monómeros deben presentar uno o más grupos **acrilato (GA)** o **metacrilato (GMA)**:

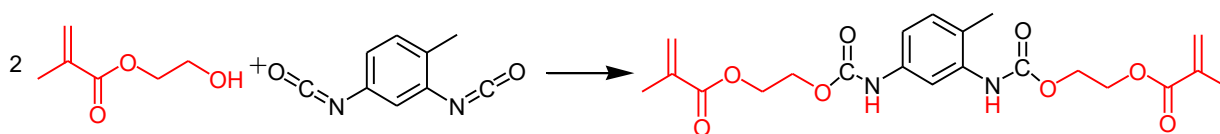


Los primeros adhesivos tenían entre sus limitaciones la fragilidad del polímero que se formaba en el curado. La adición de un plastificante es un paliativo cuando no se requieren uniones fuertes pero la verdadera solución depende del monómero empleado.

Si representamos un monómero dimetacrílico por:



Las características del polímero producido durante el curado del adhesivo dependerán de la naturaleza del segmento que une los dos **GMA**. Si éste es una cadena corta de polietilen glicol, como la del DMTEG, ocurre una gelificación rápida que produce un polímero muy reticulado y frágil. Si el segmento es un uretano el polímero formado es flexible. Un monómero de ese tipo se obtiene por la reacción del metacrilato de hidroxietilo con el diisocianato de tolueno

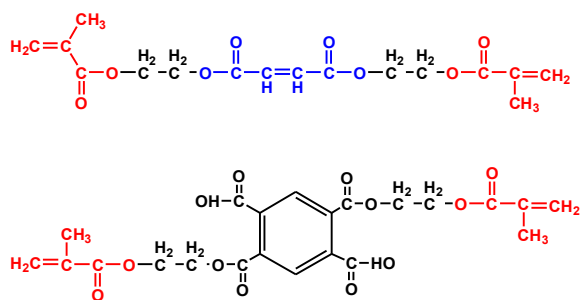


Otros segmentos que eliminan la rigidez del polímero están constituidos por hidrocarburos flexibles

Hay más de 40 monómeros, además del DMTEG, que se escogen de acuerdo a las prestaciones que debe tener el adhesivo formulado. Se prefieren los metacrilatos

porque irritan menos la piel que los acrilatos. Además, se emplean los monómeros que poseen dos o más enlaces vinílicos para garantizar la formación de polímeros reticulados, que son resistentes a los disolventes y funcionan bien en un rango

amplio de temperaturas (-50 °C a 150 °C). Dos ejemplos de tales monómeros son:

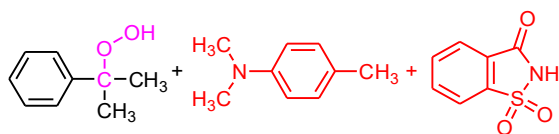


2.2. Los iniciadores y los aceleradores.

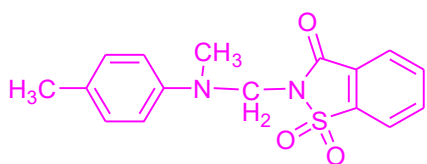
Los iniciadores garantizan la cura del adhesivo una vez aplicado. Los más utilizados son los hidroperóxidos, como el de terbutilo y el de cumeno.

La velocidad de la iniciación se incrementa con la adición de un acelerador. Se denomina así a las sustancias, o la combinación de sustancias que acrecientan la producción de radicales libres durante la iniciación.

El sistema iniciador/acelerador más empleado, aumenta la velocidad de formación de radicales en todas las superficies, es la mezcla del hidroperóxido de cumeno con la combinación de una amina terciaria, fundamentalmente la **N,N-dimetil-p-toluidina**, y una sulfimida, por lo general la **sulfimida o-benzoica (sacharina)**:



Este par forma un compuesto intermedio, un *aminal*, que actúa como agente reductor de los iones metálicos:⁶

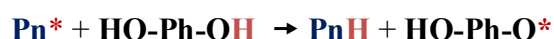


La importancia de la sacharina se evidencia en que la N,N-dimetil-p-toluidina reacciona

sola con el hidroperóxido pero a temperaturas elevadas.

2.3. El inhibidor

Durante el tiempo en que el adhesivo se mantiene almacenado el hidroperóxido de cumeno genera una concentración de radicales libres pequeña. El oxígeno disuelto en el monómero, que actúa como inhibidor de la polimerización en los adhesivos anaeróbicos, no es suficiente para proporcionarle un tiempo de vida lo suficientemente largo para su comercialización, aunque el contenedor se llena hasta la mitad y es permeable al oxígeno. Por ello se adiciona un inhibidor como **la hidroquinona** que produce un radical estable al reaccionar con un centro activo.

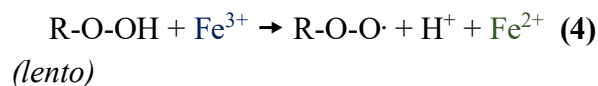
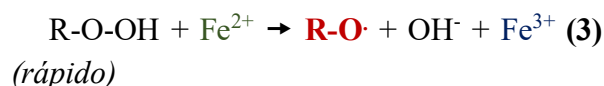


En la preparación del adhesivo pueden quedar como impurezas trazas de hierro que disminuyen la estabilidad del adhesivo almacenado. El problema se elimina mediante la adición de agentes quelantes.

3. La química del curado

Así, un adhesivo anaeróbico típico está formado por DMTEG, hidroperóxido de cumeno, N,N-dimetil-p-toluidina sacharina e hidroquinona.

Cuando el pegamento se aplica en la rosca del perno y se atornilla, se excluye el oxígeno y la polimerización del monómero se produce por un proceso de oxidación-reducción en el que interviene el par $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ de la superficie del acero y el hidroperóxido.



El radical **RO·**, formado en la reacción 3, es el que inicia la polimerización. Es evidente que la presencia del catión de menor valencia aumentará la velocidad de la iniciación, de ahí la importancia del acelerador descrito anteriormente, que a través del aminal aumenta la cantidad de iones Fe^{2+} .

El resto del adhesivo que queda por fuera de la parte enroscada, en contacto con el aire, se mantiene líquido, se limpia fácilmente y da la impresión errónea de que el adhesivo en la rosca no ha curado.

La velocidad a la que se produce el curado depende de la naturaleza de las superficies que se desean unir. Para los metales el orden en que disminuye es: cobre > latón/bronce > hierro > acero > zinc > aluminio > acero inoxidable. La unión de otros sustratos como los plásticos, las cerámicas y el vidrio requiere del empleo de un imprimador (primer). Este puede aplicarse con un spray que contenga la disolución de la sal de un metal activo, ej. naftenato de cobre.

Es posible preparar formulaciones de los pegamentos que produzcan uniones con resistencia diferentes, sobre todo por la variedad de monómeros disponibles. En dependencia del fin perseguido se pueden usar pegamentos de resistencia alta, media o baja. Si se trata de un perno que se mantendrá irreversiblemente enroscado, se emplea el pegamento de resistencia alta. El de resistencia media permite extraer el perno con una herramienta ejerciendo la fuerza necesaria y el de resistencia baja se usa cuando está previsto el desarme de la estructura.

La fuerza que hay que aplicar a una llave para mover una tuerca fijada con un pegamento de resistencia alta es muchas veces superior a la requerida para mover elementos roscados, sin adhesivos, como una contratuerca o un tornillo de fijación.

En las formulaciones de los adhesivos anaeróxicos se pueden agregar tintes, espesantes, plastificantes y endurecedores. Estos aditivos cambian la apariencia y la

eficacia del adhesivo pero no los procesos químicos que lo caracterizan.

4. Las aplicaciones

Los adhesivos anaeróxicos se usaron inicialmente para fijar las roscas y evitar el desarme indeseado de los pernos y las tuercas a causa de las vibraciones continuas de las maquinarias pesadas y los automóviles.

Los fabricantes ofertan los adhesivos con tres velocidades de curado básicas: rápida (de 5 minutos a 2 horas); media (de 2 a 6 horas) y lenta (de 6 a 24 horas). Todas a la temperatura ambiente y sin necesidad de imprimador.

Los adhesivos anaeróxicos llenan las irregularidades de las superficies y espacios de tolerancia y sellan con efectividad holguras de hasta 0.76 mm. Los pernos se pueden fijar aplicando el pegamento antes de enroscarlos (Figura 2.1) o después de enroscados (Figura 2.2), ya que penetra fácilmente por capilaridad en el espacio comprendido entre las superficies en contacto. Actualmente el pegamento se ha perfeccionado y se han incrementado sus aplicaciones, entre ellas: la fijación de los rodamientos a los ejes (Figura 2.3); el sellado de las uniones de conexiones hidráulicas o de gas (Figura 2.4) y la formación de juntas de partes mecánicas (Figura 2.5).



Figura 2. Algunos usos de los adhesivos anaeróxicos.

Para las aplicaciones en que la fluidez del pegamento constituye un problema se ha desarrollado una formulación semisólida en forma de barra.

Se ha propuesto el uso de los adhesivos anaeróbicos en condiciones más severas como el sellado de las micro grietas que se forman en el block de los motores⁷

REFERENCIAS

1. Burnett, R. E.; Nordlander, B. W. Oxygenated polymerizable acrylic acid type esters and methods of preparing and polymerizing the same. U.S. Patent 2,628,178 1953.
2. Kriebel, R. H., Anaerobic Adhesives — A Solution that Found a Problem. *Research Management* **1980**, 23 (6), 33-36.
3. Kriebel, V. K. Compositions containing hydroperoxide polymerization catalyst and acrylate acid diester. US Patent 2,895,950, 1959.
4. Stamper, D. J., Curing characteristics of anaerobic sealants and adhesives. *British Polymer Journal* **1983**, 15 (1), 34-39.
5. (a) Okamoto, Y., Anaerobic Adhesive Cure Mechanism-I. *The Journal of Adhesion* **1990**, 32 (4), 227-235; (b) Okamoto, Y., Anaerobic Adhesive Cure Mechanism-II. *The Journal of Adhesion* **1990**, 32 (4), 237-244.
6. Wellmann, S.; Brockmann, H., New aspects of the curing mechanism of anaerobic adhesives. *International Journal of Adhesion and Adhesives* **1994**, 14 (1), 47-55.
7. Bashkirtsev, V.; Kuznetsov, Y.; Kalashnikova, L., Application of anaerobic adhesives at machinery repair. **2018**.

Dunia Rodríguez Heredia

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

duniarh@uo.edu.cu



Los metales pesados son un grupo de elementos químicos con cierta toxicidad para los seres humanos.

El término “metal pesado” es considerado como una "mala denominación" según un informe técnico de la IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) debido a su definición contradictoria y su falta de bases de coherencia científica, pues muchas veces se nombran tomando como base la densidad, otras el número atómico, la masa atómica, y algunas sus propiedades químicas o de toxicidad.¹

En general, se incluyen bajo esta denominación aquellos metales que en la tabla periódica están en el rectángulo que forman Titanio (Ti), Hafnio (Hf), Arsénico (As) y Bismuto (Bi) en sus esquinas, y además a dos elementos no metálicos: Selenio (Se) y Teluro (Te); este es un grupo de metales y semimetales que están asociados con la contaminación debido a su efecto tóxico o ecotóxico. Los más comunes por sus efectos tóxicos y porque son fácilmente medibles en muestras marinas son plomo (Pb), cadmio (Cd), mercurio (Hg), arsénico (As), bario (Ba), zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe) y manganeso (Mn). Su presencia en los sistemas acuáticos constituye un serio problema ambiental dada su persistencia, bioacumulación y biotransformación, así como su elevada toxicidad.¹⁻⁴

Son muchas las definiciones de metales pesados. Si se emplea el criterio de densidad, se toman en cuenta bajo esta denominación a los metales que tienen una densidad mayor que 4,5

g/cm³ (4,5.10³ kg/m³), pero los valores en la bibliografía pueden ir desde 4 g/cm³ (4.10³ kg/m³), hasta 7 g/cm³ (7.10³ kg/m³).⁵

De esta forma, los metales pesados pueden incluir elementos livianos como el carbono y pueden excluir algunos de los metales más pesados. Aunque, como regla general, muchos de los elementos que se enlistan en el término “metal pesado” tienen una gravedad específica mayor que cinco, existen diversas excepciones a esta regla.

Por lo general, se suele asociar a los metales pesados con la contaminación ambiental, pero lo cierto es que muchos de ellos son beneficiosos para los organismos vivos, en especial, los organismos superiores, llegando a ser esenciales para el ser humano. Todo depende de la concentración a la que se encuentren.

Metales pesados como contaminantes ambientales y como tóxicos para los seres vivos

Muchos son los reportes de contaminación ambiental debida a metales pesados. Estamos acostumbrados a escuchar en los medios, a leer artículos en los cuales las bahías, los ríos, y otros ecosistemas se presentan contaminados por metales pesados. Se reportan especies marinas o terrestres que han bioacumulado metales pesados en sus órganos y tejidos. Por ejemplo, la bahía de La Habana, seguida por la de Santiago de Cuba están entre las más afectadas por este tipo de contaminantes.

En particular, la bahía de Santiago de Cuba ha sido objeto de numerosos estudios ambientales durante varios años y se ha tratado la contaminación por metales pesados desde varias aristas: en los sedimentos, en las aguas y en los organismos marinos como bioindicadores de estos. Entre los metales que se destacan están: Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, cromo (Cr) y Mn.^{6,7}

Se conoce que los metales pesados pueden ser acumulados en algunos organismos inferiores incorporándose luego a la cadena alimentaria, lo cual constituye una amenaza para la salud del hombre. En este se han reportado enfermedades como las de Itai-itai, de Minamata o hidrargismo y el saturnismo, causadas por la contaminación de alimentos con Cd, Hg y Pb respectivamente. Además de cáncer. Por ello han sido objeto de varias investigaciones.

Precisamente los metales pesados tóxicos más conocidos son el Pb, el Cd y el Hg. De estos no se conoce acción beneficiosa alguna sobre los organismos vivos, más bien se sabe mediante qué mecanismos afectan las funciones de algunas proteínas y otras biomoléculas.

En este punto cabe destacar la unión del Hg a los grupos sulfhidrilo (-SH) de las proteínas, provocando la pérdida de la función biológica de la proteína en cuestión. De esta forma, el Hg inactiva enzimas, proteínas estructurales; afecta procesos de transporte.^{8,9}

El Cd, además de unirse a los grupos -SH de las proteínas, como catión Cd^{2+} compite con otros cationes esenciales como el Ca^{2+} y el Zn^{2+} .^{8,9}

El Pb, por su parte, se une, tal como los mencionados anteriormente, a los grupos -SH de las proteínas, además de competir con metales esenciales como el Ca^{2+} . De esta forma interfiere en los diversos procesos dependientes de calcio en el organismo.¹⁰

Pero no solo la toxicidad de estos y otros metales pesados es debida al consumo de alimentos contaminados. También se han reportado intoxicaciones respiratorias y de la piel, debidas al contacto directo con Pb y Hg o con sus vapores.

Por ejemplo, la inhalación de vapores de Hg metálico puede producir desde pérdida de la memoria, temblores, desórdenes mentales, hasta daños pulmonares; esto dependiendo de si estas exposiciones son leves, moderadas o prolongadas. Por su parte, el contacto con mercurio metálico provoca dermatitis.¹¹

En el caso del plomo, la inhalación de sus vapores puede afectar tanto la síntesis de hemoglobina, como causar alteraciones hepáticas y renales, entre otros efectos tóxicos.¹¹

Entonces, Pb, Cd y Hg ejercen un efecto perjudicial sobre los organismos pues no se les ha asociado con vía metabólica alguna.

Otros metales pesados, los llamados esenciales, ejercerían también un efecto tóxico tal como el Pb, Cd y Hg, si las concentraciones a las que entran a los organismos es elevada, o sea, excede a las concentraciones a las que son requeridos.

Metales pesados como elementos esenciales para los seres vivos

Como ya se ha mencionado anteriormente, los metales pesados no solo deben ser vistos desde la arista perjudicial. Estos, tal como ocurre por lo general con muchos químicos, en concentraciones adecuadas son requeridos por los organismos vivos. De no estar presentes se puede impedir la función normal del organismo.

Metales como el Zn, son cofactores enzimáticos, otros como el Fe y el Co forman parte de la estructura de importantes biomoléculas como la hemoglobina y la vitamina B₁₂ (cianocobalamina), respectivamente.

En general, los metales pesados con importancia biológica son, siguiendo el orden de su grupo en la tabla periódica (Figura 1): cromo (Cr), molibdeno (Mo), manganeso (Mn), hierro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni), cobre (Cu), zinc (Zn), boro (B) y selenio (Se). Estos constituyen los micronutrientes o también llamados metales esenciales.^{12,13} Su presencia en los organismos es vital.

24	25	26	27	28	29	30	5	34
Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	B	Se
42								
Mo								

Figura 1: Metales pesados esenciales para los organismos vivos, siguiendo el orden de su grupo en la tabla periódica*

**En verde cian se muestran los que constituyen metales de transición, en violeta el metaloide y en verde limón el no metal. De ahí que el término metal pesado no tiene una definición adecuada, pues incluye a metales, a metaloides y a no metales.*

Algunas de las enzimas que requieren para su actividad catalítica la presencia de algunos de estos metales como cofactor, se presentan en la Tabla 1, junto a la reacción que catalizan dentro del organismo.^{12,14,15}

Como se aprecia, son múltiples las reacciones que requieren de la presencia de metales pesados como cofactores de las enzimas.

Tabla 1. Algunas enzimas que requieren cofactores metálicos para ejercer su actividad catalítica.

Enzima	Reacción que cataliza	Cofactor metálico
Anhidrasa carbónica	Cataliza la conversión de dióxido de carbono y agua a bicarbonato y protones: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$	Zn
Nitrogenasa	Cataliza el proceso de fijación de nitrógeno atmosférico: $\text{N}_2 + 16 \text{ATP} + 8\text{e}^- + 8 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{NH}_3 + 16 \text{ADP} + 16 \text{P}_i + \text{H}_2$	Mo
Superóxido dismutasa	Cataliza la reacción de eliminación del radical superóxido y la consecuente formación de peróxido de hidrógeno: $2 \cdot\text{O}_2^- + 2 \text{H}^+ \longrightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$	Cu, Zn
Catalasa	Es una oxidoreductasa que cataliza la descomposición del peróxido de hidrógeno en oxígeno y agua: $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	Fe, Mn
Arginasa	Es una hidrolasa que cataliza la última reacción del Ciclo de la Urea: $\text{L-arginina} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ornitina} + \text{Urea}$	Mn
Ureasa	Es una hidrolasa que cataliza la hidrólisis de urea a dióxido de carbono y amoníaco: $(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{NH}_3$	Ni
Citocromo oxidasa	Proteína transportadora de electrones, también llamada enzima respiratoria, que experimenta cambios reversibles de valencia Fe^{2+} - Fe^{3+} durante sus ciclos catalíticos.	Fe, Cu
Xantina oxidasa	Cataliza las siguientes reacciones químicas, pertenecientes a la vía metabólica de degradación de las purinas: $\text{hipoxantina} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{xantina} + \text{H}_2\text{O}_2$ $\text{xantina} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{ácido úrico} + \text{H}_2\text{O}_2$	Mo
Glutación peroxidasa	Cataliza la reacción de oxidación de glutatión a glutatión disulfuro utilizando para ello peróxido de hidrógeno: $2 \text{Glutatión} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{Glutatión disulfuro} + 2 \text{H}_2\text{O}$	Se
Fosfatasa alcalina	Es una enzima hidrolasa responsable de eliminar grupos fosfatos de varias moléculas como nucleótidos y proteínas. El proceso de eliminar el grupo fosfato se denomina desfosforilación. Como sugiere su nombre, las fosfatasas alcalinas son más efectivas en un entorno alcalino. Es una de las enzimas empleadas en la Tecnología del ADN recombinante.	Zn

REFERENCIAS

1. Duffus, H. J. 2002. "Heavy metals" a meaningless term? (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*. Vol. 74, No. 5, pp. 793-807.
2. Ansari, T. M., Marr, I. L., Tariq, N. 2004. Heavy Metals in Marine Pollution Perspective-A Mini Review. *Journal of Applied Sciences* 4(1): 1-20.
3. Lesaca, R. M. 1997. Monitoring of heavy metals in Philippine rivers, bay waters and lakes. *Symp. Proc. Int. Conf. Heavy Metals Environ.*, Toronto, 2: 285-307.
4. Lam, M., Tija, A., Chan, C., Chan, W. y Lee, W. 1997. Speciation study of chromium, copper and nickel in coastal estuarine sediments polluted by domestic and industrial effluents. *Bull Marine Pollution*. 34 (11): 949-959.
5. <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/MetalesPes.htm>. Consultado en Junio de 2012.
6. Abrahantes, N., Argota, H., Frómeta, I., Palau, R., Ramírez, J., Soto, R. 2007. Informe monitoreo ambiental de las aguas y los sedimentos de la bahía de Santiago de Cuba. Unidad de Medioambiente del CITMA.
7. Gómez, L.L., Abrahantes, N. 1998. La contaminación por metales pesados en la bahía de Santiago de Cuba. Informe del Proyecto Medio Ambiente Santiago. Unión de Empresas Geominera Oriente, Santiago de Cuba.
8. Huancaré Pusari RK. Identificación histopatológica de lesiones inducidas por bioacumulación de metales pesados en branquias, hígado y músculo de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) de cultivo en etapa comercial de la laguna de Mamacocha, área de influencia minera, Cajamarca-Perú [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina Veterinaria; 2014 [citado 22 Nov. 2018]. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3749>
9. Moreno Llechú LM, Vega Pulido N, Bazo Toscano Y, Cuevas Guerra J, Hernández L. Tóxicos ambientales y salud: Intervención educativa. *Revista Cubana de Química*. 2013; XXV (1): 82-91.
10. Pájaro Castro NP, Maldonado Rojas W, Pérez Gari NE, Díaz Cuadro JA. Revisión de las implicaciones ocupacionales por exposición al plomo. *Informador Técnico (Colombia)*. 2013; 77(2):183-91.
11. Rodríguez Heredia, D. Intoxicación ocupacional por metales pesados. 2017;21 (12): 3372-3385.
12. Valenzuela Calahorra C. Introducción a la Química Inorgánica. Editorial Ciencias Médicas Ecimed. Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007. 706 p.
13. Díaz González F, Ceroni da Silva S. Introdução à bioquímica clínica veterinária. Editora da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Tercera Edición revisada y ampliada. Porto Alegre. Brasil. 2017. 538 p. ISBN: 978-85-386-0285-9.
14. Ramírez Hernández J, Bonete MJ, Martínez Espinosa RM. Propuesta de una nueva clasificación de los oligoelementos para su aplicación en nutrición, oligoterapia y otras estrategias terapéuticas. *Nutrición Hospitalaria*. 2015; 31(3): 1020-1033.
15. Nelson D, Cox M. Lehninger PRINCIPIOS DE BIOQUÍMICA. Editorial Félix Varela. La Habana. 2009. 1119 p.

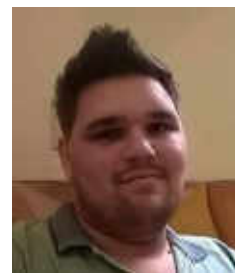
El BIOCHAR como una alternativa para la biorremediación

Investigación
Química

Lázaro Adrián González Fernández

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

lagonzalez@estudiantes.fq.uh.cu



El biochar es un material rico en carbono que se obtiene de la descomposición termoquímica de residuos orgánicos a temperaturas que generalmente oscilan entre 300 y 700 °C y en ausencia de oxígeno (pirólisis). El proceso de pirólisis estabiliza el carbono existente en la materia orgánica en una forma más resistente a la descomposición química y biológica, por lo que al ser incorporado al suelo no se degrada y el carbono no es emitido a la atmósfera como ocurre con la descomposición de materia orgánica sin pirolizar. Las características del biochar le confieren la capacidad potencial de mejorar las propiedades físico-químicas del suelo y aumentar la productividad de los cultivos, contribuyendo además al secuestro de C, lo que convierte al biochar en una herramienta para luchar contra el cambio climático.

El concepto de biochar es relativamente reciente y el interés por su aplicación a suelos agrícolas se debe principalmente al descubrimiento de sustancias de naturaleza similar al biochar en tierras oscuras de la Amazonía, conocidas localmente como *Terra preta do indio*. Estos suelos son ricos en carbono orgánico y muy fértiles, lo que representa una anomalía respecto a los suelos de la selva Amazónica que suelen ser muy pobres en nutrientes [1].

El biochar puede utilizarse para una amplia gama de aplicaciones, dentro de las cuales se destacan: como agente para mejorar el suelo,

para mejorar la eficiencia del uso de los recursos, remediar y/o proteger contra la contaminación ambiental en particular, y como una vía para la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI). Además, para ser reconocido como biochar, el material tiene que pasar una serie de definiciones de propiedades materiales que se relacionan tanto con su valor (por ejemplo, las relaciones H/C_{org} que se refieren al grado de carbonización y, por tanto, mineralización en el suelo) y su seguridad (por ejemplo, el contenido de metales pesados) [2].

Estudio y origen del biochar

El biochar (o biocarbón) es un derivado carbonado estable producido a partir de biomasa vegetal y/o animal, para su aplicación en distintos procesos, dentro de los que se destaca la agricultura sostenible. El mismo se produce bajo condiciones térmicas reductoras. El biochar debe poseer una calidad bien definida y controlada, pudiendo aplicarse para mejorar las propiedades físicas, químicas y/o la actividad biológica del suelo. Para su producción se pueden emplear una amplia variedad de materias primas orgánicas, sujetas a requisitos de sostenibilidad, como que no compitan con la cadena de alimentación humana o la nutrición animal y vegetal; y que procedan de una fuente sostenible para el medio ambiente y la protección del clima [3].

Algunos autores consideran que la composición química de los biochares es muy

similar a la del carbón producido para combustible, y que lo único que los distingue es el objetivo para el cual fueron preparados [4]. Sin embargo, el biocarbón presenta relaciones *O/C* más altas que el carbón mineral, que también tiene su origen en la biomasa, pero que se forma por procesos distintos en tiempos que comprenden escalas geológicas [5].

Novak y col. [6] investigaron la química superficial de un biocarbón derivado de cáscara de nuez y revelaron que los principales grupos funcionales existentes eran hidroxil-fenólico, carbonilo asociado a estructuras aromáticas, grupos alifáticos, entre otros. La caracterización de un biocarbón no fresco reveló que contiene una gran fracción de benceno y cantidades significativas de otros compuestos aromáticos como tolueno, benzonitrilo e hidrocarburos aromáticos policíclicos, además de éteres y ésteres metílicos aromáticos dentro de su estructura [7].

Es comúnmente aceptado que cada partícula de biocarbón consiste de dos fracciones estructurales principales: láminas de grafeno cristalino y estructuras aromáticas amorfas ordenadas, ambas asociadas con enlaces de carbono en forma de anillos de tipo benceno con oxígeno o hidrógeno [8]. Estos enlaces entre estructuras aromáticas de C-O y C-H gobiernan la estabilidad del biocarbón y son usados para medir su grado de aromaticidad [9]. También tiene estructuras de carbono oxidadas y alifáticas fácilmente degradables.

La conversión de la biomasa en biochar y su aplicación a los suelos se ha propuesto como una de las mejores maneras de mitigar el cambio climático al secuestrar carbono en el suelo [10]. La estabilidad a largo plazo del biochar en el suelo es un factor clave que afecta la disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Un experimento reciente a largo plazo estimó que el tiempo medio de residencia

del carbono en los biochares varía de 90 a 1600 años, dependiendo de los componentes estables e intermedios de carbono. Algunos estudios han demostrado que el biochar puede reducir las emisiones de óxido nitroso (N₂O) y metano (CH₄) del suelo por mecanismos bióticos y abióticos [11]. Woolf y col. [12] propusieron un concepto sostenible de biochar por el cual las emisiones de gases de efecto invernadero incluyendo CH₄ y N₂O pueden ser evitadas pirolizando la biomasa de desecho. Además, la bioenergía producida durante el proceso de pirólisis compensa el consumo de energía fósil, y se conserva la mitad del carbono fijado en la biomasa durante la fotosíntesis.

Además, el biochar contiene una fracción no carbonizada que puede interactuar con contaminantes del suelo. Específicamente, la extensión de los grupos funcionales de superficie carboxilo, hidroxilo y fenólicos que contienen oxígeno en el biochar se afirma que podría unir efectivamente a los contaminantes del suelo. Estas características multifuncionales de biochar muestran el potencial como un sorbente medioambiental muy eficaz para contaminantes orgánicos e inorgánicos en el suelo y el agua [13].

Numerosos estudios (Lehmann y Joseph [8]; Woolf y col. [12]; Shrestha y col. [14] y Major [5]) sugieren que los componentes del biocarbón son altamente recalcitrantes en los suelos; esto es, que resisten la oxidación química y biológica, por lo que su tiempo de residencia es de cientos a miles de años, al menos de 10 a 10 mil veces más grande que los tiempos de residencia de la mayoría de la materia orgánica del suelo. Por esta característica de recalcitrancia, la adición de este producto al suelo puede actuar como un sumidero potencial de carbono [15] y así contribuir a la mitigación del exceso de CO₂ en la atmósfera. Sin embargo, es importante mencionar que no todo el biocarbón permanece inalterado en el suelo, sino que una

parte de éste puede ser oxidada [16] lo que modifica algunas cualidades del suelo.

Materias Primas

Los materiales usados para elaborar biocarbón son muy numerosos. Sin embargo, no todos los residuos o subproductos son materias primas apropiadas para producirlo. Una de las características que deben ser prioritarias para su selección es que los materiales no deben competir con otros usos, principalmente si estos generan productos de mayor valor económico que el biocarbón, o bien compitan con la producción de alimentos y de bienes y servicios ambientales. Entre los materiales más citados en la literatura se tienen a los residuos de cosecha, plantas secas, biomasa de árboles, desechos de papel, de arroz, los residuos de aceituna y los desperdicios orgánicos de la vida urbana [17]. Lehmann y Joseph [8] mencionan entre dichas materias primas la madera, el estiércol, hojas y residuos de cultivos. Brick [18] por su parte agregó camas de aves, algas, cáscaras de naranja, de nueces y lodos residuales. La transformación de estos últimos a biocarbón al menos asegura la exclusión de gérmenes que pudiesen resultar nocivos para los cultivos de consumo humano o animal.

La materia prima usada para elaborar los biocarbones y las reacciones químicas que ocurren en el proceso de pirólisis definen las características estructurales y químicas específicas para los biocarbones dando origen a materiales muy heterogéneos [18, 19]. Esto se debe a que los componentes orgánicos que conforman la biomasa original influyen directamente en las propiedades químicas y físicas del biocarbón formado, lo que define a su vez los efectos benéficos del biocarbón y su tiempo de residencia en el suelo [1, 20]. En algunos países se han elaborado biocarbones a partir de aserrín, bagazo de caña de azúcar, residuos de encino y pino, lirio acuático y cascarilla de café, con objeto de dar valor

agregado a estos residuos que tradicionalmente son poco valorados en el medio y también porque se trata de evitar que generen problemas de salud y contaminación de ecosistemas. Otro residuo muy abundante y utilizado es generado en la industria de la caña de azúcar. La práctica más común dada a estos residuos ha sido la quema, actividad que ha sido considerada como inapropiada en el marco de la sustentabilidad y la ecología pero que es muy practicada. Aunque el bagazo de caña tiene otros usos como materia prima para la producción de energía en las calderas de los ingenios o centrales azucareras, o para la extracción de subproductos como alcohol, se ha considerado como materia prima para la producción de biocarbón.

Procesos para obtener biocarbón

Los procesos para obtener biocarbón son diversos, principalmente se consideran las tecnologías termoquímicas para transformar la biomasa en fuentes de energía renovable. Estas pueden ser clasificadas en cuatro categorías generales: pirólisis lenta, pirólisis rápida, pirólisis ultrarrápida y gasificación [18, 21, 22]. La pirólisis ocurre en ausencia completa de oxígeno mientras que la gasificación se da con reducida cantidad de él. Brick [18] propone un quinto proceso que es la carbonización hidrotérmica.

El proceso de pirólisis involucra una red compleja de reacciones asociadas a la descomposición de los principales constituyentes de la biomasa, como son la celulosa, la hemicelulosa y la lignina, que se caracterizan por su reactividad diferente. La celulosa es uno de los componentes importantes de los residuos agrícolas, por ello resulta interesante observar cuál es su cambio durante la pirólisis. Su degradación térmica entre 250 y 350 °C da lugar a muchos compuestos volátiles (vapores de agua y alquitrán, hidrocarburos, ácidos, H₂, CH₄, CO y CO₂) quedando una matriz de carbono

amorfa y rígida [6]. Al aumentar la temperatura, se incrementa la proporción relativa de carbono aromático por la pérdida de compuestos volátiles y se lleva a cabo la conversión de carbonos, de oxialquilos a arilos y oxiarilos cuyas estructuras son semejantes a la del furano [23]. A 330 °C las láminas de grafeno poliaromático empiezan a crecer lateralmente, a expensas de la fase de carbono amorfo y eventualmente coalescen. A 600 °C, el proceso dominante es la carbonización, lo que provoca la remoción de la mayoría de átomos no carbonosos como Ca, Mg, K, que se mantienen en la materia original por lo que aumenta aún más la proporción relativa de carbono, que puede ser mayor del 90% en peso en los biocarbones de materias primas de madera [19].

Fundamentalmente la pirólisis involucra el calentamiento de materiales orgánicos a temperaturas superiores a 400 °C en ausencia de oxígeno. A estas temperaturas, los materiales se descomponen térmicamente, liberando una fase de vapor y generando una fase sólida residual (biocarbón). Si los vapores de la pirólisis son enfriados ocurre una condensación en compuestos líquidos polares y de alto peso molecular (bioaceite), mientras que los compuestos volátiles de bajo peso molecular permanecen en la fase gaseosa (gas de síntesis o syngas). Las transformaciones físicas y químicas que ocurren durante la pirólisis son muy complejas y dependen tanto de la naturaleza de la biomasa como de las condiciones del reactor. Cuando se usa una tecnología de alta eficiencia es posible alcanzar rendimientos de masa alrededor del 30-40% (base húmeda), con producciones de energía de cerca del 30% (contenida en el carbón) y contenidos de carbono fijado por encima del 90% de la biomasa original [24]. Las condiciones de pirólisis y las características de la materia prima (composición, distribución de tamaño de partícula y de tamaño de poro, entre otras), determinan en gran medida las propiedades

físicas y químicas del carbón producido lo que apoya la conveniencia de hacer su aplicación en un suelo, registrar su comportamiento, transporte y destino en el ambiente [15].

Eliminación de contaminantes

Se ha demostrado que el biocarbón puede retener elementos metálicos o contaminantes [25]. Por ejemplo, un biocarbón de estiércol probado por Břendová y col. [26] puede retener particularmente cadmio, otro de cascarilla de semilla de algodón retuvo además otros metales pesados, lo cual se atribuye a su alta área específica. Resultados similares se obtuvieron al usar biocarbón como adsorbente en un cultivo de arroz donde el suelo estaba contaminado con cadmio. Verheijen y col. [15] reportan que el biocarbón también puede favorecer la sorción de compuestos orgánicos como herbicidas, pesticidas, enzimas; así como compuestos hidrofóbicos como hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), bifenilos policlorados en suelos y sedimentos, contribuyendo así a evitar efectos nocivos a corto y largo plazo.

Secuestro de carbono y cambio climático

La agricultura y el cambio climático están fuertemente ligados, ya que la actividad agrícola contribuye a la formación de gases de efecto invernadero en un alto porcentaje del total emitido [27], sobre todo por el uso no racional de fertilizantes y las prácticas de cultivo [28]. Otro factor que contribuye a la generación de estos gases es el cambio en el uso de la tierra [29].

Ante este escenario, uno de los beneficios que se espera por el uso de biocarbón es la captura de carbono. En el ciclo del carbono las plantas toman CO₂ de la atmósfera para la fotosíntesis y al morir forman parte de la materia orgánica del suelo, presentando carbono en sus estructuras. Sin embargo, la mayor parte de esta materia es mineralizada por los microorganismos del suelo, en este

proceso se libera CO₂ a la atmósfera, que se suma al producido por la respiración de las plantas. Las cantidades de CO₂ absorbidas y liberadas en este proceso están balanceadas, este es el caso de un balance de carbono neutral, es decir, que no incrementa la cantidad neta de este gas en la atmósfera.

La adición neta de carbono a la atmósfera representa el carbono positivo, en tanto que la reducción neta de este gas refiere al carbono negativo. En este sentido, cuando se aplica biocarbón al suelo, dado que el carbono está en forma recalcitrante, tarda mucho tiempo en degradarse, convirtiéndose en carbono negativo [4].

Lehmann y Joseph [8] y Downie et al. (2009) [30] consideran que la aplicación de biocarbón al suelo debería considerarse como un mecanismo de secuestro de carbono. El biocarbón posee alto contenido de carbono orgánico, altamente resistente a la descomposición, por lo que funciona como un almacén de formas recalcitrante de este elemento cuando aplicado al suelo como mejorador [17] por lo que se puede considerar como un factor inhibitor del cambio climático [31]. También disminuye las emisiones de óxido nitroso que es otro GEI [32].

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y Desertificación, en 2009, determinó que el biocarbón podría ser considerado como una estrategia de mitigación para las negociaciones del segundo periodo del Protocolo de Kyoto. Sin embargo, los cuestionamientos que todavía se tienen respecto al uso del biocarbón sugiere mayor investigación no solo a nivel de laboratorio, sino que son imprescindibles los trabajos en campo [14, 33].

Biochar a partir de algas

Las algas se han promovido como una fuente de energía debido a sus ventajas, como son su rapidez tasa de crecimiento (10-340 veces mayor que la de los cultivos oleaginosos)

y su menor requerimiento de área de cultivo. Además, el cultivo de algas puede llevarse a cabo no solo en aguas naturales, es decir, en agua de mar y agua dulce, sino también en condiciones tan poco propicias como las de las aguas residuales. Esto significa que las algas pueden producir bioenergía sin competencia con el sector de producción de alimentos [34].

La conversión de energía de las algas puede llevarse a cabo por 2 procesos [35]. Uno de ellos es la conversión bioquímica, mediante la cual el biocombustible en forma de biodiesel o etanol puede ser producido a partir de la fermentación de algas verdes de origen marino como es la *Chlorococcum littorale* [36]. Para el biodiesel se requiere un tipo específico de alga, como la *Botryococcus braunii* o la *Chlorella spp.* porque estas son capaces de generar un contenido de aceite del 30-75% con respecto al peso seco del alga. El segundo proceso es el termoquímico, el cual convierte todos los tipos de algas en productos energéticos mediante reacciones que involucran calor. El biochar es un subproducto de este proceso [37].

El biochar de algas tiene un menor contenido de carbono, superficie y CIC en comparación con el biochar de lignocelulosa pero tiene un pH más alto y da un mayor contenido de nitrógeno, cenizas y elementos inorgánicos (P, K, Ca y Mg). El biochar de algas podría por lo tanto utilizarse para reducir la acidez del suelo y aumentar sus nutrientes inorgánicos [38].

Sin embargo, solo unos pocos estudios han sido reportados sobre la producción de biochar a partir de algas. Los resultados más destacados los han obtenidos autores como Bird y col. [38] usando macroalgas y pastos marinos obtenidos de agua fresca y ecosistemas marinos con rendimientos superiores al 30% en relación con el peso seco de la materia prima. Adicionalmente, Chaiwong y col. [39] reportaron el uso de varias especies de algas obtenidas de agua fresca para obtener biochar a través de una

pirólisis lenta. El rendimiento obtenido por los mismos se encontró en el intervalo de 28-31%.

De igual modo, Yuan y Macquarrie [40] reportan haber obtenido biochar con rendimientos aceptables, además de otros compuestos, a partir del alga *Ascophyllum nosodum*, usando la biorrefinación como proceso. Choi y col. [41] y Chiodo y col. [42] reportaron además el uso del alga parda *Saccharina japónica* y las especies *Posidonea Oceanica* (pasto marino) y *Lacustrine Alga* (alga) para la obtención de biochar, respectivamente. En este sentido, ambos colectivos reportaron resultados satisfactorios de rendimiento y propiedades de los biochares obtenidos.

REFERENCIAS

1. Lehmann, J., *Bio-energy in the black*. Frontiers in Ecology and the Environment, 2007. **5**(7): p. 381-387.
2. Chan, K.Y. and Z. Xu, *Biochar: nutrient properties and their enhancement*. Biochar for environmental management: science and technology, 2009. **1**: p. 67-84.
3. Escalante Rebolledo, A., et al., *Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo*. Terra Latinoamericana, 2016. **34**(3): p. 367-382.
4. Schahczenski, J., *Biochar and Sustainable Agriculture*. 2010: ATTRA.
5. Husk, B. and J. Major, *Biochar commercial agriculture field trial in Québec, Canada-year three: Effects of biochar on forage plant biomass quantity, quality and milk production*. International Biochar Initiative., 2011:
6. Novak, J.M., et al., *Characterization of designer biochar produced at different temperatures and their effects on a loamy sand*. Annals of Environmental Science, 2009.
7. Kaal, J., et al., *Characterisation of aged black carbon using pyrolysis-GC/MS, thermally assisted hydrolysis and methylation (THM), direct and cross-polarisation ¹³C nuclear magnetic resonance (DP/CP NMR) and the benzenepolycarboxylic acid (BPCA) method*. Organic Geochemistry, 2008. **39**(10): p. 1415-1426.
8. Joseph, S. and J. Lehmann, *Biochar for environmental management: science and technology*. 2009: London, GB: Earthscan.
9. Hammes, K. and M.W. Schmidt, *Changes of biochar in soil*. Biochar for environmental management: Science and technology, 2009. **1**: p. 169-181.
10. Ahmad, M., et al., *Modeling adsorption kinetics of trichloroethylene onto biochars derived from soybean stover and peanut shell wastes*. Environmental Science and Pollution Research, 2013. **20**(12): p. 8364-8373.
11. Marchand, L., et al., *Trace element bioavailability, yield and seed quality of rapeseed (Brassica napus L.) modulated by biochar incorporation into a contaminated technosol*. Chemosphere, 2016. **156**: p. 150-162.
12. Woolf, D., et al., *Sustainable biochar to mitigate global climate change*. Nature communications, 2010. **1**: p. 56.
13. Naventa, C. and E. Antonio, *Recuperación de suelos contaminados con plomo mediante el uso de biocarbón de bagazo de caña de azúcar en el parque Chota del AA. HH Ramón Castilla-Callao 2017*. 2017.
14. Shrestha, G., S. Traina, and C. Swanston, *Black carbon's properties and role in the environment: a comprehensive review*. Sustainability, 2010. **2**(1): p. 294-320.
15. Jeffery, S., et al., *A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis*. Agriculture, ecosystems & environment, 2011. **144**(1): p. 175-187.

16. Cheng, C.H., et al., *Stability of black carbon in soils across a climatic gradient*. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 2008. **113**(G2).
17. Amonette, J., H.C. Energy, and M. Billings. *An Introduction to Biochar: Concept, Processes, Properties, and Applications*. in *Presentation at Harvesting Clean Energy Workshop, Billings, MT*. 2009.
18. Brick, S. and S. Lyutse, *Biochar: Assessing the promise and risks to guide US policy*. Natural Resources Defense Council: NRDC Issue Paper, 2010.
19. Antal, M.J. and M. Grønli, *The art, science, and technology of charcoal production*. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2003. **42**(8): p. 1619-1640.
20. Schmidt, M.W. and A.G. Noack, *Black carbon in soils and sediments: analysis, distribution, implications, and current challenges*. Global biogeochemical cycles, 2000. **14**(3): p. 777-793.
21. Ippolito, J., et al. *Biochar usage: Pros and cons*. in *Western Nutrient Management Conference Proceedings, March 3-4, 2011, Reno, Nevada*. 2011.
22. Laird, D.A., et al., *Review of the pyrolysis platform for coproducing bio-oil and biochar*. Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 2009. **3**(5): p. 547-562.
23. Baldock, J.A. and R.J. Smernik, *Chemical composition and bioavailability of thermally altered Pinus resinosa (Red pine) wood*. Organic Geochemistry, 2002. **33**(9): p. 1093-1109.
24. McHenry, M.P., *Agricultural bio-char production, renewable energy generation and farm carbon sequestration in Western Australia: Certainty, uncertainty and risk*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2009. **129**(1-3): p. 1-7.
25. Hiller, E., et al., *Influence of wheat ash on the MCPA immobilization in agricultural soils*. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 2007. **79**(4): p. 478-481.
26. Břendová, K., et al., *Biochar properties from different materials of plant origin*. European Chemical Bulletin, 2012. **1**(12): p. 535-539.
27. Sohi, S., et al., *Biochar's roles in soil and climate change: A review of research needs*. CSIRO Land and Water Science Report, 2009. **5**(09): p. 1-57.
28. Martínez, E., J.P. Fuentes, and E. Acevedo, *Carbono orgánico y propiedades del suelo*. Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal, 2008. **8**(1): p. 68-96.
29. Akala, V. and R. Lal, *Soil organic carbon pools and sequestration rates in reclaimed minesoils in Ohio*. Journal of environmental quality, 2001. **30**(6): p. 2098-2104.
30. Downie, A., A. Crosky, and P. Munroe, *Physical properties of biochar*. Biochar for environmental management: Science and technology, 2009: p. 13-32.
31. Granatstein, D., et al., *Use of biochar from the pyrolysis of waste organic material as a soil amendment*. Center for Sustaining Agric. Nat. Res. Washington State University, Wenatchee, WA. WSDA Interagency Agreement. C, 2009. **800248**.
32. Gathorne-Hardy, A., J. Knight, and J. Woods. *Biochar as a soil amendment positively interacts with nitrogen fertiliser to improve barley yields in the UK*. in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2009. IOP Publishing.
33. Bracmort, K.S. *Biochar: examination of an emerging concept to mitigate climate change*. 2010. Library of Congress, Congressional Research Service.
34. Chisti, Y., *Biodiesel from microalgae*. Biotechnology advances, 2007. **25**(3): p. 294-306.
35. Amin, S., *Review on biofuel oil and gas production processes from microalgae*.

- Energy conversion and management, 2009. **50**(7): p. 1834-1840.
36. Ueno, Y., N. Kurano, and S. Miyachi, *Ethanol production by dark fermentation in the marine green alga, Chlorococcum littorale*. Journal of Fermentation and Bioengineering, 1998. **86**(1): p. 38-43.
37. Metzger, P. and C. Largeau, *Botryococcus braunii: a rich source for hydrocarbons and related ether lipids*. Applied microbiology and biotechnology, 2005. **66**(5): p. 486-496.
38. Bird, M.I., et al., *Algal biochar–production and properties*. Bioresource technology, 2011. **102**(2): p. 1886-1891.
39. Chaiwong, K., et al., *Biochar production from freshwater algae by slow pyrolysis*. Maejo International Journal of Science and Technology, 2012. **6**(2): p. 186.
40. Yuan, Y. and D.J. Macquarrie, *Microwave assisted step-by-step process for the production of fucoidan, alginate sodium, sugars and biochar from Ascophyllum nodosum through a biorefinery concept*. Bioresource technology, 2015. **198**: p. 819-827.
41. Choi, J.H., et al., *Characterization of the bio-oil and bio-char produced by fixed bed pyrolysis of the brown alga Saccharina japonica*. Korean Journal of Chemical Engineering, 2016. **33**(9): p. 2691-2698.
42. Chiodo, V., et al., *Pyrolysis of different biomass: direct comparison among Posidonia Oceanica, Lacustrine Alga and White-Pine*. Fuel, 2016. **164**: p. 220-227.

La calidad de las revistas y de los autores de sus artículos ¡A DEBATE!

Enseñanza de
la Química

Jorge T. Lodos Fernández

Grupo Azucarero AZCUBA

jorgelodos@cenai.inf.cu



Introducción

Cuando llega el momento de publicar un artículo científico, es imprescindible definir a qué revista enviarlo, donde juega un papel importante su calidad y posibilidad de que lo lean y citen otros químicos. Usualmente, la calidad de la revista se mide, desde 1963, por su Factor de Impacto (FI) y, la de los autores de artículos en ellas, desde el 2005, por el Índice Hirsch (h). Los cálculos de estos indicadores son posibles por el extraordinario avance del uso de la computación para registrar, almacenar y procesar gran cantidad de información, como la de todos los artículos publicados, sus autores y sus citas en más de 10 000 revistas, cuyo número sigue creciendo.

Estos indicadores han sido admirados, criticados y mejorados, lo cual han descrito brillantemente en *Encuentro con la Química* la Dra. en C. Químicas Margarita Suárez en “*El empleo de la Bibliometría para analizar la actividad científica*” (2016. Vol. 2. No.1. Págs. 13-16) y en “*¿Qué aportes se deben tener en cuenta para evaluar las investigaciones? ¡A debate!*” (2016. Vol. 2. No.1. Págs. 29-30), y el Dr. en Ciencias Luis Montero en “*De cómo calificar a los buenos científicos y la buena ciencia: ¿El índice Hirsch?*” (2017. Vol. 3 No. 3. Págs. 42-45) y en “*Nuestro lugar en la ciencia citable*” (2019. Vol. 5 No. 1 Págs. 29-31). Sin embargo, en nuestra opinión, quedan

cosas por decir, en particular sobre el Factor de Impacto y el Índice h, que son los indicadores más difundidos, que también someto ¡A Debate!

El factor de impacto FI

El factor de impacto FI de una revista se calcula cada año dividiendo todas las citas que reciben durante dicho año los documentos citables publicados en los dos años anteriores.

Principales ventajas del FI:

- Fácil de entender (casi común con el Índice h, que es un poquito menos fácil de entender),
- Bastante universal (más universal que el Índice h, que se aplica a sectores y especialidades comunes) y
- Se accede sin costo (aunque con un año de retraso).

Principales desventajas del FI:

- Un número es incapaz de contar la historia completa de un investigador (tampoco el Índice h),
- Las revistas con larga lista de espera se perjudican, pues sus artículos pierden actualidad y se citan menos (aplicable también al Índice h),
- Citar no equivale a leer, menos aún a que el contenido sirva, o que se utilice o aplique (aplicable también al Índice h),

- Como regla, no incluye en la valoración a libros, memorias de eventos, disertaciones y publicaciones similares (aplicable también al Índice h),
- No puede distinguir el peso relativo de los autores (aplicable también al Índice h),
- No puede distinguir la importancia relativa de los artículos (aplicable también al Índice h),
- Mide la popularidad de la revista, no la calidad de sus artículos,
- La definición de artículo “citable” es algo ambigua,
- Evaluar un año de citas para dos años de publicación puede no ser representativo,
- No califica a los autores (hay que sobrentender que, como la revista es buena, su arbitraje lo debe ser y no dejarán pasar artículos de baja calidad),
- Las revistas con baja circulación y temas poco populares no tendrán nunca un alto FI, aun si sus artículos tienen calidad,
- A más investigadores por sector, más autores por artículo, más tradición de citar y mayor FI de las revistas vinculadas (tal es el caso de las revistas médicas).

¿Qué elementos favorecen un alto FI?

- Auto citarse (similar al Índice h, con la diferencia que es la revista quien lo promueve),
- Más artículos de “Estado del Arte” o “Populares” (similar al Índice h, con la diferencia que es la revista quien lo promueve),
- Seleccionar trabajos para publicar, potencialmente muy citables,
- Promoverse, regalando la revista a bibliotecas y en eventos frecuentados (similar al Índice h, con la diferencia que es la revista quien lo hace) y

- Tradición de muchos lectores, autores y citas.

Por eso, las revistas médicas ocupan siempre los primeros lugares del FI, junto con dos generales (*Nature* y *Science*). El análisis del FI durante 3 años arrojó que, en números redondos, el 0.05 % de las revistas tenía un FI superior a 35, el 0.5% estaba entre 20 y 35, el 5% entre 5 y 20, y en el 94% era inferior a 5. Ese mismo análisis para la revista *Nature* arrojó que un artículo generó más de 1 000 citas y otro 350, la mayoría recibió menos de 20 citas y el 50% ninguna. Nada garantiza que el contenido de los artículos citados se haya utilizado, ni que el 50 % no citado, no se haya leído y, quizás, utilizado su información.

Aunque frecuentemente se critica “teóricamente” al FI, se le sigue usando, por ejemplo, para valorar los Premios ACC o para acreditar publicaciones para obtener doctorados.

Índice h

El Índice h de un investigador se calcula ordenando los artículos que ha publicado de acuerdo al número de citas que han recibido, de mayor a menor, hasta que ambos números coincidan, siendo ese su valor, que indica que ese autor tiene n publicaciones que han recibido, al menos, n citas cada una.

Principales ventajas del Índice h:

- Fácil de entender (casi común con FI, aunque un poquito menos fácil de entender),
- Bastante universal (similar al FI, pero menos universal que este, porque solo puede aplicarse a sectores o especialidades comunes),
- Se accede sin costo (casi común con FI, que lo hace con un año de retraso),
- Valora al investigador y no a la revista, y tiene
- Importancia creciente internacionalmente como medidor externo para políticas científicas, promoción de investigadores y

otorgamiento de becas, proyectos y premios.

Principales desventajas del Índice h:

- Un número es incapaz de contar la historia completa de un investigador (tampoco el FI),
- Las revistas con larga lista de espera se perjudican, pues sus artículos pierden actualidad y se citan menos (aplicable también al FI),
- Citar no equivale a leer, menos aún a que el contenido sirva, se utilice o aplique (aplicable también al FI),
- Como regla, no incluye en la valoración a libros, memorias de eventos, disertaciones y publicaciones similares (aplicable también al FI),
- No puede distinguir el peso relativo de los autores (aplicable también al FI),
- No puede distinguir la importancia relativa de los artículos (también aplicable al FI),
- No califica la revista, la valoración es independiente de la calidad de la revista donde se publique,
- Algunas revistas restringen el número de citas (por ejemplo, la Revista ATAC solo admite 10),
- No distingue diferentes distribuciones del número de citas,
- Los nombres y apellidos de los autores pueden confundirse y o citarse en forma diferente en diferentes revistas, favoreciendo a unos y perjudicando a otros,
- Solo funciona eficazmente entre científicos del mismo campo y, a veces, solo entre subdivisiones del mismo,
- Dificultad en alcanzar un alto Índice para investigadores en campos de menor actualidad,
- En las trayectorias científicas cortas, con pocos artículos, pero muy citados, el Índice h será bajo,

- El país, institución o grupo, y el tema de investigación, influyen sobre su valor y
- Solo puede crecer nunca reducirse, independientemente de los resultados del investigador.

¿Qué elementos favorecen un alto Índice h?

- Auto citarse, sobre todo si el Índice es bajo (similar al FI, aunque es el autor quien lo promueve),
- Escribir artículos de “Estado del Arte” o “Populares” (similar al FI, aunque lo promueve el autor),
- Promoverse, auto citándose y repartiendo copias de sus artículos en eventos frecuentados (similar al FI, aunque es el autor quien lo promueve),
- Incluir a muchos autores en los artículos,
- Incluirse como autor en todos los trabajos de un colectivo y
- Ampliar la colaboración para acceder a más artículos con más autores.

Otros indicadores

El FI y el Índice h no son los únicos indicadores que se utilizan, pero si los más usuales actualmente. Hay coincidencia en que el número de artículos publicados, cuántos fueron “significativos”, el total de citas, las citas promedio por artículo o las citas de los trabajos más citados, no importa dónde se publicaron, miden la productividad pero no necesariamente el progreso científico o la calidad individual, mientras que el FI (tu artículo es bueno porque la revista lo es), o el Índice h (tú eres bueno porque te citan mucho, no importa dónde publicaste) intentan medir la productividad del investigador y vincularla a su progreso científico, aun si no siempre lo logran.

Existen variantes del Índice h que intentan mejorarlo o complementarlo, como el Índice g, que valora el cuadrado del número de citas acumulado y del número de posición del

artículo, y que se obtiene cuando los valores de estas columnas coinciden. Puede diferenciar a autores con igual Índice h. El Índice m, por su parte, intenta tomar en cuenta la edad del autor, dividiendo su Índice h entre el número de años contados desde su primera publicación, y el Índice e intenta considerar el impacto adicional de las citas de un autor, y se calcula restando al total de sus citas las consideradas para el cálculo del Índice h.

Un problema muy importante, y poco tratado en los artículos citados al inicio, se refiere a la publicación en revistas locales de países del tercer mundo, Cuba entre ellos, que pueden no estar referenciadas en las bases de datos apropiadas para el cálculo de los Índices. Frecuentemente, se plantea la alternativa de publicar en revistas indexadas, corriéndose el riesgo de privilegiar el reconocimiento institucional, grupal o personal internacional, por sobre el reconocimiento y la aplicación nacional del artículo, y de no contribuir a la indexación de la revista nacional. Hasta que esto último se logre, la categorización nacional con criterios internacionales podría ser muy injusta, al igual que la comparación de sus investigadores. Esto se resume en la dicotomía, no necesariamente antagónica ¿Publicar en revistas indexadas extranjeras y/o contribuir con nuestros artículos a indexar las nacionales?

Si bien la mejor ciencia y los mejores científicos deben obtener resultados reproducibles, que la manera de hacerlos confiables sea solo publicarlos en revistas reconocidas y arbitradas, y que, si eso no sucede, es como si no se hubieran obtenido, sobredimensiona el papel del IF. De la misma manera, es evidente que cualquier entidad que invierta recursos para obtener un resultado, necesite verlo hecho realidad, pero que la única manera de lograrlo sea como una publicación en una revista indexada, es dudoso. Inclusive, en nuestra realidad, existen investigadores que no necesitan publicar todos sus resultados cumpliendo con esos requisitos para recibir la

confianza y el respeto de sus iguales, patrocinadores y discípulos.

Realmente, todavía hay una gran polémica sobre el uso de estos indicadores, de otros derivados de ellos (que, supuestamente, los mejoran) y de nuevos porque siempre queda en el margen de la duda, si los artículos citados han sido realmente utilizados y, si los no citados, no fueron leídos e, inclusive, utilizados. Ni la revista ni las citas, per se, determinan la calidad del artículo y de sus autores.

¿QUÉ HACER?

¿Publicar a cualquier costo en revistas indexadas, o perecer?! Sin embargo, todos los que comentan sobre estos temas concuerdan en que no basta con usar indicadores cuantitativos (aunque de nuevo las palabras y los hechos divergen frecuentemente) para evaluar a un investigador. Nada mejor para esto que la Declaración “Poniendo ciencia en la evaluación de la investigación”, emitida en la Reunión Anual de la Sociedad Americana de Biología Celular el 16 de diciembre del 2012, conocida como DORA. En la citada reunión participó un grupo de directores y editores de revistas académicas, que trascendían a la Biología Celular, que debatieron los problemas anteriores y llegaron a determinadas recomendaciones, algunas de las cuales se extractan, “creadoramente”, a continuación.

Los organismos que financian la Ciencia, las instituciones que emplean a los científicos, y ellos mismos, necesitan que se evalúe la calidad e impacto de la producción científica con precisión y prudencia. El FI se creó para ayudar a los bibliotecarios a definir qué revistas comprar, no para medir la calidad de un artículo. El FI puede ser manipulado por las políticas editoriales de las revistas (lo dicen sus editores), su cálculo no es transparente y puede depender de cada sector. Nuestras recomendaciones se dirigen a todos los

vinculados a artículos publicados en revistas revisadas por pares....

Recomendaciones comunes:

- Eliminar el uso de métricas basadas en revistas, como el FI, como sustitutivo de la calidad de los artículos para evaluar a un científico, su contratación o promoción, o la financiación.
- Evaluar la investigación por sus propios méritos y no en base a la revista en la que se publica, y
- Aprovechar la publicación digital en línea para relajar los límites de número de palabras, figuras y referencias, por ejemplo, y explorar nuevos indicadores de medir impacto.

Recomendaciones para los financistas de la Ciencia y las instituciones que la ejecutan:

- Considerar el valor e impacto de los resultados de la investigación, además de por sus publicaciones, por indicadores cualitativos como su influencia sobre la política y la práctica.
- Ser explícito en qué criterios utiliza al evaluar, contratar y promover. Resaltar claramente que el contenido científico de un artículo es mucho más importante que las métricas de publicación o la identidad de la revista en la que fue publicado.

Recomendaciones para las revistas:

- Reducir el énfasis en el FI como herramienta de promoción de la revista, e incorpore una variedad de métricas que proporcionen una visión más rica de su rendimiento, basadas más en la calidad del contenido científico del artículo que en la revista que lo publica.
- Fomentar la autoría responsable. Solicitar cuál es la contribución específica de cada autor.

- Eliminar toda limitación de reutilización en las listas de referencias de artículos de investigación.
- Eliminar o reducir las restricciones en el número de referencias y dirigir la citación de la literatura primaria en favor de dar crédito al que registró por primera vez un hallazgo.

Recomendaciones para los proveedores de métricas:

- Ser abierto y transparente, proporcionando los datos y métodos utilizados para el cálculo.
- Permitir el acceso y la reutilización de los datos sin restricciones.
- No tolerar la manipulación inadecuada de indicadores, que debe ser claramente definida, así como las medidas para evitarla y la responsabilidad que se adquiere en caso de que ocurra.
- Al comparar indicadores, considerar las diferencias entre tipos de artículos y áreas científicas.

Recomendaciones para los investigadores:

- Cuando se es parte de actividades de evaluación, basar la misma en el contenido científico y en el valor e influencia de los resultados de la investigación, y no en las métricas de publicación.
- Usar diferentes métricas de artículos e indicadores como evidencia del impacto de los artículos publicados individuales y de otros productos de la investigación.
 - DORA invitó a científicos e instituciones de todo el mundo a que la respaldaran. A mediados del 2019, 1 365 organizaciones de 75 países, incluida la Revista Cubana de Química, y 14 284 personas, algunos cubanos incluidos, la habían firmado, haciendo suyos sus principios.

Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 14: La sección de materiales y métodos de un artículo científico

Enseñanza de
la Química

Manuel Álvarez Prieto

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

malvarez@fq.uh.cu



Con este artículo se continúa la serie de artículos sobre los principios del trabajo científico,¹ mediante la cual se han discutido aspectos a tener en cuenta durante la labor cotidiana del científico. Aspectos tales como la identificación y formulación de los problemas científicos, la definición de los objetivos científicos y muchos otros han sido tratados en artículos anteriores. Un elemento importante es la escritura y publicación de los resultados científicos.² Para la escritura de artículos científicos hay que tener en cuenta sus estructuras, sus secciones, así como las funciones y características de esas secciones. En el artículo anterior se trató la importante sección de introducción de un artículo científico.³ En este artículo se discutirá sobre las funciones, elementos y características a tener en cuenta para la escritura de la sección que expone los materiales y los métodos utilizados.

Aquí se tratará fundamentalmente sobre la sección mencionada de los denominados “*artículos generales*”, dirigidos a describir resultados científicos particulares y originales, que por sí mismos constituyen un progreso científico. Estos artículos se denominan en

inglés *general papers* o *full papers*, o simplemente *articles*. Aunque los denominados artículos de revisión generales (en inglés *reviews*) no incluyen esa sección, es concebible que en un artículo de revisión tutorial (en inglés *tutorial reviews*) sí pueda aparecer la sección, si se pretende describir el origen de datos utilizados para los ejemplos.

En algunos casos, la sección de materiales y métodos puede ser la más extensa.⁴ Esto es destacado en trabajos que requieren un trabajo experimental amplio.



Figura 1. Otros también usan materiales y métodos.

Generalidades sobre la elaboración de la sección de materiales y métodos de los artículos científicos

En varias fuentes bibliográficas que tratan sobre la elaboración de la sección sobre materiales y métodos se plantean las funciones que tiene.⁴⁻⁸ A modo de síntesis, ellas son: 1) que se entiendan con claridad los experimentos y/o métodos utilizados; 2) que a partir de esa comprensión clara se pueda entender el resto del artículo; 3) que se puedan reproducir por otros científicos los experimentos y/o métodos utilizados y 4) que todas las partes interesadas (lectores, editores y revisores) puedan juzgar la validez de los experimentos y los métodos para fundamentar las conclusiones del trabajo sobre la base del método científico.

Aunque aquí podemos denominar de modo genérico la sección que es objeto de este artículo como “Materiales y métodos”, en realidad puede ser nombrada de otras maneras, teniendo en cuenta las características del trabajo científico particular y las normas de redacción de una revista científica específica. En consecuencia, denominaciones tales como “Parte experimental”, “Métodos”, “Sección experimental”, “Diseño del estudio” y otras se observan a menudo. Para seleccionar el título de la sección es necesario consultar las normas de la revista en donde se pretende publicar. Es usual en las ciencias experimentales denominar esa sección con la adición de vocablo “experimental”, pero en ella se pueden describir otros métodos del conocimiento empírico además de los experimentos, como la observación (o examen) y la medición. Usualmente un experimento incluye observaciones y mediciones.

En un artículo anterior de esta serie,⁹ se trató sobre la estructura de los artículos científicos. Como se expuso, en dependencia del tipo de artículo y la revista específica en la cual se publique, la estructura puede ser diferente. Una estructura o formato tradicional en las ciencias experimentales es la denominada IMRyD

(Introducción – Métodos – Resultados y Discusión, en donde el guión separa secciones diferentes). Otra estructura típica es IMRD (Introducción – Métodos – Resultados – Discusión). La diferencia entre ambas es que en la estructura IMRyD los resultados se discuten en la misma sección, mientras que en la estructura IMRD se presentan separados. A estas estructuras se les puede añadir una sección final de conclusiones, luego quedarían como IMRyDC y IMRDC, respectivamente. En ambas estructuras la sección de materiales y métodos se coloca a continuación de la sección de introducción. Parece que la primera de ellas es la usual en nuestro medio, pero eso dependerá de la revista en la que se pretende publicar.

Sin embargo, muchas revistas sobre investigaciones fundamentales tienden a enfatizar la sección de resultados y subordinarle la sección sobre materiales y métodos.¹⁰ La estructura de varias revistas importantes tales como *Nature*, *Proceedings of the National Academy of Science* y *Journal of Cell Biology* es tal que la sección de resultados le sigue inmediatamente a la sección de introducción. La sección de materiales y métodos queda al final o puede publicarse en un fichero de datos suplementario. El formato resultante se refiere como IRDAM (Introducción – Resultados – Discusión y Métodos).

El formato IRDAM representa un cambio sustancial respecto a la forma en que se escribe la sección de materiales y métodos, en comparación con otras estructuras usuales como la IMRyDC y IMRDC. Sin embargo, no trataremos aquí la forma en que debe confeccionarse. Ese tema pudiera ser objeto de otro artículo de esta serie.

Hay trabajos que son eminentemente teóricos, que no incluyen experimentos propiamente, o que se basan en otros métodos y técnicas tales como la recolección de datos estadísticos mediante encuestas, la modelación, la simulación y otros. Esos artículos no

incluyen una sección experimental propiamente, si nos atenemos a un concepto estricto de experimento. La sección de “Materiales y métodos” se puede sustituir por una denominada “Bases teóricas” o una forma equivalente.⁵ En ella pueden incluirse detalles matemáticos para permitir la derivación correspondiente y la verificación de los resultados numéricos. Deben incluirse los datos primarios, las ecuaciones y fórmulas necesarias que soporten las conclusiones, pero las derivaciones extensas deben incluirse en un anexo o en un material digital suplementario.⁵

Algunas revistas de prestigio, que limitan la extensión de los artículos, proporcionan la opción de una versión extensa de la sección de materiales y métodos en su página web.⁸

La sección de materiales y métodos se puede dividir en subsecciones, cuyos títulos se deben corresponder con sus contenidos. Esa división es algo arbitraria,⁴ a elección de los autores, pero su organización debe facilitar la comprensión del texto. Esto es importante si el trabajo experimental realizado es extenso, o hay que explicar detalladamente los métodos empleados. En dependencia del caso deben describirse métodos experimentales, operaciones de laboratorio, enfoques experimentales, métodos de cálculo, análisis estadísticos, aplicaciones computacionales utilizadas y otros elementos y circunstancias que sean fundamentales para la obtención de los resultados.

Es necesario suministrar suficiente detalle sobre los materiales y los métodos utilizados, para garantizar que otros científicos puedan evaluar apropiadamente el trabajo o repetir el estudio. También debe describirse el tratamiento estadístico de los datos primarios utilizados y otros métodos de cálculo, si éstos no son evidentes, o tienen una importancia sustancial sobre los resultados. Realmente operaciones experimentales y métodos bien conocidos no requieren una explicación detallada en aras de la brevedad del artículo. Si

es necesario se mencionan con el nombre o la designación usual. Si las operaciones y los métodos pueden encontrarse en la literatura científica, pueden citarse los trabajos de origen, con la referencia asociada.

Sin embargo, si los métodos y operaciones originales de otros autores fueron modificados de alguna forma, hay que exponer claramente en qué consistieron las modificaciones y las razones que justificaron esas modificaciones.⁷

Sobre el uso de acrónimos valen las pautas señaladas para las secciones de los artículos discutidos anteriormente en esta serie, en particular para la confección del resumen y la introducción.³

Si el trabajo pretende demostrar científicamente un hecho mediante la aplicación del método inductivo, puede ser necesario detallar las características de la muestra de datos utilizada, y justificar hasta qué punto se puede generalizar a partir de ella. Si el muestreo de datos es relevante y puede tener influencia sobre las conclusiones, es necesario describir detalladamente la forma en que fueron obtenidos. Muestreo de datos debe entenderse en un sentido amplio. Los datos tomados de una población de sujetos experimentales, resultados de mediciones o microgramas de superficies de materiales, deben considerarse originados por procesos de muestreo. Detallando el muestreo de datos, los lectores pueden juzgar la generalización que se pretende.

Si es relevante, la obtención de los resultados debe describirse cronológicamente. Esto quiere decir que deben describirse los métodos en el orden en que fueron utilizados. Por ejemplo, si se realizó una medición con un instrumento, y éste requirió una calibración previa, la calibración debe describirse con anterioridad a la descripción de la medición.

Cuando se trabaja con sujetos humanos o animales se debe incluir en esta sección una declaración formal de la institución pertinente de que el protocolo del estudio llevado a cabo

cumple con principios éticos.⁶ Sin esa aprobación formal no debe conducirse un proyecto de investigación ni puede ser publicado en una revista científica de reputación sometida a revisión por pares.

La descripción de los instrumentos de medición (y se puede agregar que otros equipos fundamentales) debe incluir el modelo, el fabricante y las condiciones en que se emplearon.⁵ Con esas informaciones se puede facilitar la reproducción del trabajo. Esa inclusión es importante ya que en muchas ocasiones hay diferencias sustanciales en las características de los instrumentos que pueden conspirar contra la reproducción del trabajo. Así los lectores interesados pueden apreciar hasta qué punto están en condiciones para reproducirlo y pueden juzgar la aparición de potenciales diferencias metodológicas entre los experimentos originales y los reproducidos. Estas diferencias metodológicas pueden surgir debido a diferencias en los instrumentos y equipos utilizados. Los instrumentos de medición y equipos especiales construidos para la ocasión, que no estén disponibles comercialmente, deben describirse adecuadamente. Esto es igualmente válido cuando se realiza alguna modificación sustancial a un medio disponible en el mercado.

Es notablemente importante la descripción detallada de las mediciones complejas que tienen una gran influencia sobre los resultados.

Los materiales utilizados deben identificarse con claridad. Las sustancias químicas deben nombrarse de acuerdo a las reglas nomenclatura sistemática normalizada de la IUPAC. Se pueden usar los nombres comunes si no se manifiesta ambigüedad. Los reactivos corrientes pueden simplemente nombrarse. En el caso de los compuestos nuevos o muy poco comunes, el uso de las reglas de nomenclatura de la IUPAC es importante.⁵ Para ellos puede exponerse la fórmula química. La pureza de los reactivos puede ser relevante en las investigaciones químicas. En ese caso debe especificarse. Si es

necesario se puede exponer el criterio de pureza o la forma de comprobarla.

La existencia de cualquier peligro, riesgo de explosión, inflamabilidad o toxicidad notable debe exponerse en un párrafo separado, preferentemente al inicio de la sección.⁵ Se puede incluir una nota sobre las medidas de seguridad. Se puede añadir un párrafo que describa las medidas para la disposición final de los reactivos peligrosos y altamente tóxicos para evitar el daño al medio ambiente por parte de los que reproduzcan los experimentos.

La inclusión de tablas y figuras deben estar muy justificada por contribuir a la brevedad o presentar claramente los elementos de los materiales y los métodos.

En la medida de lo posible, las magnitudes y unidades deben utilizarse de acuerdo a las recomendaciones ISO. Los seres vivos deben nombrarse con sus nombres científicos de acuerdo a los códigos internacionales de nomenclatura taxonómica, salvo que no se manifieste ambigüedad en la identificación de especies biológicas.

Al final de la sección sobre materiales y métodos puede describirse cómo se presentan los resultados en la sección correspondiente,⁷ lo cual es importante si se obtuvieron muchos resultados y son difíciles de organizar.

La redacción de la sección de Materiales y métodos

En idioma español la sección de materiales y métodos debe escribirse en pretérito perfecto simple en las oraciones en voz activa o la forma verbal equivalente con el participio en la voz pasiva. Eso se debe a que los experimentos o los métodos fueron realizados o aplicados con anterioridad. En inglés debe emplearse el *past tense*^{4,6-7} equivalente al pretérito perfecto simple del español para la voz activa y el *past participle* (equivalente al participio pasado del español) para la voz pasiva. Sean los ejemplos siguientes:

- Two laboratories reported results below the specification limit.
- Measurements were performed at room temperature.
- Robust linear regression was applied to the above data, due to ...
- Samples were collected once a day.

Pero hay excepciones. Si el texto de la sección de materiales y métodos se refiere a informaciones expuestas en el propio artículo, ya sea en el texto, tablas, figuras o anexos, el tiempo verbal debe ser el presente en la voz activa en español o el *simple present* en inglés. En la voz pasiva se debe emplear el participio en ambos idiomas.

- Tab. 6 lists descriptive statistics of the adjusted data-sets with outliers removed.
- A flowchart of the proposed procedure is supplied in the Appendix.
- The performance characteristic of each of the individual laboratories is shown in Fig. 3.

Con respecto a la persona gramatical, el autor de este artículo prefiere la forma impersonal. Sin embargo, se encuentran artículos escritos en las primeras personas del singular y del plural, tanto en inglés como en español.

En todo caso el lenguaje empleado debe ser simple y directo, y no se debe abusar de la voz pasiva. No obstante, una combinación de las voces pasiva y activa produce un texto más ameno.

Deben evitarse oraciones compuestas y subordinadas, aunque ocasionalmente puedan emplearse. Muchas oraciones simples son de más fácil comprensión que pocas oraciones compuestas o subordinadas. En otras palabras, el cerebro humano parece estar más preparado para entender muchos paquetes de información simples, que pocos paquetes de información complejos.

¿Cómo lograr una sección de materiales y métodos que los describa apropiadamente?

No pueden existir una receta universal sobre cómo obtener una sección de materiales y métodos. La diversidad de los trabajos científicos, de temas tratados y de objetivos científicos planteados en ellos hace imposible la concepción de tal receta universal para su elaboración. No obstante, en la Tabla 1 se exponen algunas preguntas que pueden realizarse al confeccionar la sección de materiales y métodos. Esa tabla se confeccionó a partir de las ideas de Annesley,⁷ para los estudios científicos a publicar en revistas médicas, pero con modificaciones importantes para adaptarla al campo de la Química. Además, se tuvieron en cuenta las diferencias en cuanto a cómo se hacen las preguntas en inglés y español.

Tabla 1. Ejemplos de preguntas sobre quién, qué, cuándo, dónde, cómo, cuántas y por qué a considerar cuando se escribe la sección de materiales y métodos. Confeccionada a partir de la referencia 7 con modificaciones importantes.

Quién
¿Quién tomó las muestras o especímenes? ¿Quién suministró los reactivos y/o los materiales? ¿Quién realizó las mediciones o análisis especializados? ¿Quién corroboró los datos primarios?
Qué
¿Qué reactivos e instrumentos fueron utilizados? ¿Qué tipo de estudio fue realizado? ¿Qué muestras o especímenes fueron utilizados? ¿Qué métodos fueron utilizados? ¿Qué transformación se realizó a los datos? ¿Qué criterio de significación estadística se aplicó? ¿Qué criterios de validación se emplearon?
Cuándo
¿Cuándo fueron tomadas las muestras o especímenes? ¿Cuándo fueron realizados los análisis o las mediciones? ¿Cuándo fue iniciado el estudio? ¿Cuándo fue

terminado el estudio? ¿Cuándo se culminaron los experimentos?
Dónde
¿Dónde fueron realizados los análisis o las mediciones? ¿Dónde se realizaron los experimentos? ¿Dónde se obtuvieron las muestras?
Cómo
¿Cómo fueron tomadas las muestras? ¿Cómo fueron realizados los análisis o las mediciones? ¿Cómo fueron procesados los datos? ¿Cómo fueron incluidos los participantes en el estudio? ¿Cómo se determinó el tamaño de las muestras o el grupo de datos? ¿Cómo fueron medidas las respuestas al tratamiento experimental?
Cuántas
¿Cuántas muestras fueron tomadas, procesadas y almacenadas? ¿Cuántas veces se repitió la síntesis/experimento/análisis? ¿Cuántas veces se observó el hecho?
Por qué
¿Por qué se utilizó un método analítico o de medición? ¿Por qué se realizó el experimento dado? ¿Por qué los experimentos se realizaron en ese orden? ¿Por qué los pasos de los experimentos o métodos se ejecutaron en ese orden?

Algunos errores comunes en la confección de la sección de materiales y métodos

Algunos de los errores más comunes se señalan a continuación, aunque es difícil brindar una lista exhaustiva de ellos.

- Inclusión de resultados.⁴
- Texto demasiado breve, o “telegráfico”.
- Por el contrario, inclusión de detalles superfluos cuyo único efecto es extender innecesariamente el artículo.
- Escribir detalles con el formato típico de las normas técnicas (como “libro de cocina”⁴).
- Errores por omisión de aspectos importantes.⁶

Epílogo

Debido a la diversidad de objetos del conocimiento que se tratan en los artículos científicos, no es posible señalar una receta universal para el desarrollo de la sección de materiales y métodos. El científico tiene que comprender bien cómo aplica el método científico en su trabajo para demostrar lo que se pretende. Debe comprender qué se pretende con los experimentos y métodos utilizados. Innegablemente, la sección de materiales y métodos es muy importante y juega un rol en cuanto a la aceptación de un artículo y lo convincente de sus conclusiones. Puede pensarse que como sección es relativamente sencilla de escribir en comparación con otras secciones. Pero se desprende de lo expuesto que existen determinadas pautas que deben cumplirse.

Como continuación de esta serie de artículos, se incluirán otros elementos relacionados con los principios del trabajo científico. El autor de este trabajo ha planificado que en los artículos siguientes se tratará sobre la confección de otras secciones y elementos de los artículos científicos, tales como los resultados, la discusión, las conclusiones y el también complicado tema de las referencias y las citas en el texto.

Referencias

1. Alvarez Prieto, M., Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 1, Encuentro con la Química, Vol. 1, No. 2, p.p. 38-41, 2015.
2. Alvarez Prieto, M., Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 9: La estructura de los artículos científicos, Encuentro con la Química, Vol. 4, No. 1, p.p. 24-31 (2018).
3. Alvarez Prieto, M., Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 13: La introducción de los artículos científicos, Encuentro con la Química, Vol. 5, No. 1, p.p. 37-43 (2019).

4. Foote, M.A., Materials and methods. A recipe for success, *Chest*, Vol. 133, No. 1, p.p. 291-293 (2008).
5. American Chemical Society, James, S. Dood, Ed., *The ACS Style Guide A Manual for Authors and Editors*, Segunda edición (1997).
6. Kallet, R.H., How to write the methods section of a research paper, *Respiratory Care*, Vol. 49, No. 10 p.p. 1 229-1 232 (2004).
7. Annesley, T.M., Who, what, when, where, how and why: The ingredients in the recipe for a successful methods section, *Clin. Chem.*, Vol. 56, No., 6, p.p. 897-901 (2010).
8. Branson, R.D, Anatomy of a research paper, *Resp. Care*, Vol. 49, No. 10, p.p. 1 222-1 228.
9. Alvarez Prieto, M., Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 9: La estructura de los artículos científicos, *Encuentro con la Química*, Vol. 4, No. 1, p.p. 24-31 (2018).
10. Derish, P.A., Annesley, T.M., If an IRDAM journal is what you choose, then sequential results are what you use, *Clin. Chem.*, Vol. 56, No. 8, p.p. 1 226-1 228.

Jorge T. Lodos Fernández

Grupo Azucarero AZCUBA

jorgelodos@cenai.inf.cu



Cuando llega el momento de publicar un artículo científico es imprescindible definir 1. Sus autores y el orden de su ubicación, y 2. A qué revista presentarlo, donde juega un papel importante su calidad y posibilidad de que lo lean y citen. Los comentarios que siguen, referidos al tema 1, han sido provocados por varios artículos publicados en la revista “*Encuentro con la Química*”.

Así, por ejemplo, la Dr. C. Químicas Margarita Suárez, en el artículo “*¿Qué aportes se deben tener en cuenta para evaluar las investigaciones? ¡A debate!*” (2016. Vol. 2. No.1. Págs. 29-30) proponía considerar el nivel activo y actual de la participación, siendo los autores “notables” el primero y el de correspondencia. El Dr. C. Químicas Manuel Álvarez, en el artículo Parte 7: “*La publicación de los resultados científicos*” (2017. Vol. 3. No. 2. Págs. 33-41), privilegia al autor de correspondencia, porque representa a todos los autores. En la Parte 11: “*Los autores de un artículo científico*” (2018. Vol. 4. No. 3, Págs. 22-26) resalta la importancia de la ética para evitar a autores con pobre participación real. En cuanto al orden, Álvarez considera que debe ser una tarea consensuada de los propios autores.

Ambos coinciden en ser éticos al seleccionar los autores, privilegian al primero como el más activo, al último como el más estrategia y al corresponsal como el más representativo. Sin embargo, quedan

situaciones sin despejar ¿Podiera ser el primer autor el diplomante o doctorando que ha hecho el trabajo experimental, redactado y defendido el tema? Cuando hay que demostrar protagonismo para recibir una categoría superior investigativa o docente, la experiencia sugiere que en los resultados importantes y, frecuentemente interdisciplinarios, hay muchos autores y los puestos decisivos son ocupados por personas “estratégicas”, dejando poco espacio al resto para ser “protagónico”. A continuación, se discutirán 3 aproximaciones a este problema: 1. La docente, 2. La métrica y 3. La editorial.

1. La aproximación docente¹

Se considera que el grado de autoría no depende del tiempo o esfuerzos dedicados a la investigación, sino de establecer de quien no se podía prescindir para hacer el trabajo. En otras palabras, si el esfuerzo en la medición o redacción puede ser desempeñado por muchos investigadores con un nivel medio de conocimiento, los mismos son “sustituibles”, serán parte del colectivo, pero no son los autores principales del trabajo. El autor principal es el “insustituible”, sin el cual el trabajo no se podía haber hecho. A veces, generan el problema y las vías para su solución o definen un programa de acciones ordenado. Esto se aprecia en un diploma, donde el estudiante hace todo el trabajo, pero su concepción y cómo resolverlo es del tutor. El

tutor podía seleccionar a muchos estudiantes para el diploma: El diplomante era “sustituible”. El tutor, en ese tema, era insustituible. Si los resultados del diploma se publicasen, el tutor podía reclamar ser el autor principal, aun si el trabajo experimental lo hizo el estudiante.

El autor principal decide el orden de los autores por su contribución a la investigación, grado de independencia y factores externos, como las exigencias de categorías o grados investigativos y docentes. Por ello, es frecuente que el autor principal decida no ser el primero, deje espacio a los que lo necesitan, y se ubique como último o como “para correspondencia”. No debe confundirse el papel de “autor principal” con el de jefe administrativo que se dedica a la búsqueda de recursos humanos o materiales, colaboración y acceso a otros centros, capacitar al personal, asistir a reuniones ejecutivas y exigir al grupo que obtenga resultados en los plazos y con el alcance y calidad que los planes o su jefe le exigen, más que a hacer trabajos de investigación. Siempre quedará la duda si hizo lo suficiente para ser incluido como coautor, o agradecerle su gestión, si la misma la hubiera podido realizar cualquier jefe.

2. La aproximación métrica²

Usualmente en la definición de los autores y su orden está presente la subjetividad. Existen propuestas para realizarla basadas en métodos cuantitativos. En cada caso hay que definir qué indicadores evaluar, cuántos de ellos hay que cumplir y cuál será el puntaje mínimo para calificar como autor. Definido esto, cada investigador valora su porcentaje de participación en las actividades fundamentales que forman parte de la investigación (universales a definidas caso a caso), y (optativamente) valora también a cada uno del resto de los investigadores. En una reunión colectiva, frente a frente, los autores potenciales debaten las calificaciones propias

o asignadas y las consensuan. Estas actividades pueden ser, por ejemplo:

1. Participación en la planificación y elaboración del proyecto de investigación,
2. Participación en el diseño de los experimentos y la obtención de datos,
3. Participación en el análisis y presentación de los resultados y
4. Participación en la elaboración del informe o artículo.

Este método también permite excluir a “autores” con baja puntuación, cuyo límite lo fija el colectivo, para cuidar que el número no sea excesivo ni incluya a los que no se lo merecen. El primer o más importante autor es el de mayor % al totalizar las 4 fases, siempre que haya participado en 2 o más de las mismas (a definir cuántas por el colectivo). Este define al autor de correspondencia, influye sobre quien será el último autor y está en capacidad de exponer la investigación en cualquier evento científico, o de designar a quien lo haga. El orden de los coautores se establecerá por su %, siempre superior al valor crítico. A los que no llegaron a la puntuación requerida, se les puede agradecer o reconocer su participación.

Las ventajas de este método es ser objetivo (por ser cuantitativo), flexible (se adapta a la investigación y publicación) y es aplicable en cualquier momento, antes, durante o al final de la investigación.

3. La aproximación editorial³

El imperativo de ¡publica o perece! conduce frecuentemente a tensiones indeseables entre los posibles candidatos a ser incluidos (o excluidos) como coautores de un artículo científico. Las propuestas del *Committee on Publication Ethics*, o COPE, son interesantes pues transmiten la visión de los editores, los primeros interesados en que las autorías de los artículos científicos correspondan a criterios éticos.

3.1. ¿Estar o no estar? Ese es el dilema

COPE identifica 3 condiciones de obligatorio cumplimiento para incluirse como autor, que evitan que se cuenten falsos autores y que se queden autores fuera.

- **1ª condición:** Contribución a concepción/diseño y a adquisición/análisis/interpretación de datos,
- **2ª condición:** Escribir o revisar críticamente su contenido intelectual y
- **3ª condición:** Aprobación final de la versión a ser publicada.

La tercera condición advierte que todos los autores y coautores se adjudican el mérito y las críticas del artículo por validez o plagio, por ejemplo. Se supone que todos se tomen más en serio la redacción, pues nadie quiere asociarse a un fracaso. Para ser autor principal hay que convencer a los coautores de su contribución esencial a las 3 condiciones. ¿Y qué pasa si alguien no las satisface? Pues, se le agradece o se le cita, si realmente utilizamos sus referencias, pero nunca se le añade como coautor.

Además, hay **2 dimensiones**, donde hay que contribuir, al menos a uno de sus elementos en cada una:

- **1ª dimensión Investigación:** 1. Concepción/diseño, 2. Adquisición de datos y 3. Análisis/interpretación.
- **2ª dimensión Artículo:** 1. Redacción y 2. Revisión crítica sobre aspectos intelectuales importantes.

3.2. ¿Qué lugar ocupar?

El lugar a ocupar también suele provocar fricciones innecesarias. Esto está dado porque en la investigación publicar en solitario tiene cada vez menos sentido. Actualmente en todas las Ciencias es usual tener hasta 5 autores por artículo (más en ciencias médicas y menos en ciencias sociales). La mejor razón para publicar en coautoría debería ser el trabajo en

común pero la realidad es que sin publicaciones es imposible hacer carrera académica y la práctica dice que los autores más productivos suelen publicar en coautoría y que esos artículos suelen recibir más citas.

Los editores, las agencias de evaluación, el público y el sentido común coinciden en que el primer autor es el que ha hecho la principal contribución al artículo, con la misma importancia del último autor, que puede ser el de mejor currículum o status, y del de correspondencia. La interpretación más habitual es considerar que el orden hacia la derecha indica aportaciones decrecientes. Si se ubican por orden alfabético, entre el primer y el último autores, se les reconoce igual contribución a todos los intermedios que pudiera ser real en algunos pocos casos. La ubicación por la importancia del perfil (posición o currículum) debe ser censurada, pues no está certificada por nadie y favorece el abuso de poder al ubicar el orden de autoría independiente del aporte real a la investigación. La inclusión de un autor por su posición jerárquica o relación laboral viola la libertad académica y los principios de la justicia. Inversamente, la omisión de un autor por motivos semejantes es una apropiación indebida de su autoría.

En cualquier caso, las normativas sobre el tema suelen señalar que el orden de autoría es responsabilidad de los autores y algo que deben acordar antes de enviar el artículo a evaluación.

Conclusiones

Hay coincidencia en que los autores primero, último y de correspondencia son los principales, que para ser autor hay que trabajar y aportar realmente al tema, por lo que no se acepta la autoría por invitación, honorífica o por perfil, por ejemplo, y que hay que definir los autores antes de terminar el artículo.

La aproximación docente privilegia al investigador “insustituible” como el autor principal, que define el orden del resto.

La aproximación métrica define cuantitativamente el orden de los autores, y permite excluir a los excluibles e incorporar a los excluidos incorrectamente. Puede adaptarse a situaciones cambiantes y es aplicable en cualquier etapa del desarrollo de una investigación.

La aproximación editorial se basa en reglas escritas, de obligatorio cumplimiento para incluirse como autor, que evitan que se cuenten falsos autores y que se queden autores fuera. Obliga a todos a definirlos y a sentirse responsables del artículo.

Por último, ni los diplomantes o doctorandos deben sentirse extrañados de que sus tutores esperen ser autores de sus artículos, ni los tutores deben sentirse incómodos por aparecer en el último lugar.

Referencias

1. Lodos, J. y Gonzalez, I. (2013). Metodología de la investigación química. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba. ISBN 978-959-07-1817-5.
2. Acosta L. (2007). Como definir autoría y orden de autoría en artículos científicos usando criterios cuantitativos. Unidad de Ecología y Sistemática UNESIS, Dpto. de Biología, Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Universitas Scientiarum, Vol 12, N° 1, 67-81.
3. Wager. (2003). How to handle authorship disputes: a guide for new researchers”. The COPE Report 2003. Acceso: publicationethics.org/files/u2/2003pdf12.pdf

Las actividades experimentales en Química y su contribución en la formación integral del ingeniero agrónomo

Enseñanza de
la Química

Bárbara Blanco Correa¹, Olga Miranda Pita²,
Coralia Quintero Martí³

¹ CUM "Hermanos Saíz Montes de Oca,

² Dirección Municipal de Educación Los Palacios,

³ IPU "Hermanos Barcón", Los Palacios

blanco@upr.edu.cu; bbcorrea02015@gmail.com



RESUMEN

Las asignaturas de la disciplina Química han sido iniciadoras de los planes de estudio que se han implementado en la carrera de Ingeniería en Agronomía en el CUM "Hermanos Saíz Montes de Oca" de Los Palacios. Es necesario, entonces, lograr una adecuada articulación con el conocimiento precedente y crear la base de conceptos, métodos y habilidades imprescindibles para el cumplimiento de los objetivos propios y del resto de las asignaturas. Con el presente trabajo se pretende analizar la contribución del desarrollo de actividades experimentales en la formación integral del ingeniero agrónomo. El sistema de actividades experimentales desarrolladas ha contribuido con las formas de trabajo independiente y grupal desde la autopreparación; la sistematización de los conocimientos y el desarrollo de habilidades experimentales e investigativas. Se utilizaron diferentes métodos: el histórico - lógico, el enfoque sistémico, la observación, así como los

estadísticos, todos sustentados en el método general dialéctico materialista.

Palabras clave: conocimiento, actividades experimentales, formación integral.

ABSTRACT

The subjects of the Chemical discipline have been the initiator of the study plans that have been implemented in the career of Engineering in Agronomy in the CUM "Hermanos Saíz Montes de Oca" of Los Palacios. It is necessary, then, to achieve an adequate articulation with the previous knowledge and to create the base of concepts, methods and essential skills for the fulfillment of the own objectives and of the rest of the subjects. With the present work, the aim is to analyze the contribution of the development of experimental activities in the integral formation of the agronomist. The system of experimental activities developed has contributed to the forms of independent and group work from self-preparation; the systematization of knowledge and the development of experimental and investigative skills.

Different methods were used: the historical - logical, the systemic approach, the observation, as well as the statistics, all based on the general dialectical materialist method.

Keywords: knowledge, experimental activities, comprehensive training.

INTRODUCCIÓN

La tendencia de acercar los métodos de trabajo de las ciencias a los métodos de enseñanza en la Educación Superior, garantizan que el estudiante no solo incorpore los conocimientos, sino también el modo de cómo obtener éstos a través de una actividad cognoscitiva independiente, donde el profesor sea un orientador sobre cómo alcanzar este objetivo.

El profesional que se forma en los Centros Universitarios Municipales (CUM), no puede estar ajeno de las exigencias que deben cumplir los egresados de nivel superior, ya que forman parte de todo el sistema educacional del país y como todos, deben ser capaces de aplicar los conocimientos adquiridos de forma independiente, a cualquier situación que se le presente en su vida profesional, respondiendo de esta forma a las exigencias de la sociedad actual de un profesional preparado para la vida, con un desarrollo integral de la personalidad y para ejercer la profesión, que le permita dar una respuesta rápida a los problemas siempre cambiantes del entorno.

La Química es una ciencia teórico-experimental, que contribuye a confirmar la concepción materialista dialéctica del mundo, mediante la explicación científica de los

fenómenos que estudia y la relación en ellos de las leyes y categorías generales de la dialéctica materialista, por lo que se concibe dentro de las formas de organización del proceso docente educativo las prácticas de laboratorio, las que contribuyen a la formación de habilidades y hábitos de carácter experimental, que tributan no solo a las asignaturas de la disciplina sino también al resto de la especialidad.

Las asignaturas de la disciplina Química han estado concebidas en los primeros años de la carrera Ingeniería en Agronomía en cada plan de estudio que se ha implementado en el CUM "Hermanos Saíz Montes de Oca" de Los Palacios (planes C, D y E) y tienen como objetivo general crear la base de conceptos, métodos y habilidades imprescindibles para el cumplimiento de los objetivos propios y contribuir con objetivos específicos de asignaturas que componen el curriculum. Contribuyen, además, a crear y/o fortalecer habilidades experimentales, las que se inician en los niveles de enseñanza precedentes pero que en el caso específico de los estudiantes del CUM se ha detectado insuficiencias en éstas, dadas las particularidades de este tipo de estudiantes y las condiciones en que recibieron la asignatura Química con anterioridad, fundamentalmente mediante clases televisadas.

La contribución en la formación integral del ingeniero agrónomo con el desarrollo de actividades experimentales ha incidido, no solo en la solidez de los contenidos específicos de la disciplina, sino además en la profundización de valores como la responsabilidad, la profesionalidad, el colectivismo, la solidaridad y la

laboriosidad, concebidos en los planes de estudios de la carrera y los programas de las asignaturas, de igual forma en la motivación hacia la disciplina Química en particular y al resto del curriculum, al que le tributan, de forma general.

Para el desarrollo del sistema de actividades experimentales se aprovecha la potencialidad de contar en el territorio con una Unidad Científica Tecnológica de Base, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agropecuarias, la que dispone de diversos laboratorios especializados y como resultado de la integración, se han fortalecido los vínculos profesionales con los investigadores que en ella laboran, una parte de ellos docentes a tiempo parcial de la carrera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales de las asignaturas de la disciplina; programas, guías, libros de texto, son analizados y utilizados tanto por los docentes de la disciplina como por los estudiantes. Los más importantes de ellos y a la vez los de mayor uso son los libros de texto y las guías de estudio y las elaboradas para las prácticas de laboratorio, lo que le da al estudiante la posibilidad de una autopreparación anterior a la actividad a desarrollar, así como recurrir al trabajo individual y en equipos. Se logra potenciar el método investigativo y de trabajo independiente a partir de la revisión bibliográfica con la necesaria adecuación a la especialidad, las condiciones del territorio, las del laboratorio y la modalidad de estudios semipresencial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conociendo que el experimento químico presenta amplias posibilidades en diferentes aspectos del proceso docente educativo en esta ciencia, posibilita perfeccionar los conocimientos teóricos mediante la observación de determinados fenómenos, obtener sustancias, estudiar sus propiedades y la relación estructural con las mismas; permite la comprobación de hipótesis, influye en la formación de hábitos, habilidades, valores, en la comunicación, la curiosidad y en el trabajo independiente y creador, entre otros, se realiza el estudio de los documentos de la carrera y se identifican las funciones del ingeniero agrónomo en correspondencia con el desarrollo de habilidades experimentales, bases para el sistema de actividades desarrolladas:

- Aplicar técnicas de manejo, conservación y beneficio de las cosechas y subproductos de las producciones vegetal y animal; agregando valor a los productos así obtenidos.
- Aplicar tecnologías sustentables para la alimentación, y manejo de los animales, con énfasis en los de pastoreo, a partir de las condiciones climáticas y de los recursos disponibles para el desarrollo de la ganadería.
- Manejar los recursos hídricos de forma tal que permitan satisfacer las necesidades de plantas y animales, evitando los excesos y déficit y velando por la calidad del agua.
- Promover y ejecutar la introducción de las tecnologías de avanzada en la producción directa, con el propósito

de obtener los beneficios de la aplicación de los resultados provenientes de las investigaciones científicas.

- Establecer viveros, semilleros y bancos de germoplasma, seleccionando y beneficiando las semillas y propágulos, según las técnicas de propagación requeridas por cada cultivo.

Lo anterior nos permite visualizar la necesidad del desarrollo de actividades experimentales para la consolidación de los contenidos prácticos de la disciplina y la formación de los valores planteados en los planes de estudios desarrollados en la carrera, dada la modalidad de estudio semipresencial. Este sistema de actividades experimentales se ha estructurado teniendo en cuenta las necesidades de la disciplina y las inherentes a los diferentes campos de acción del futuro profesional en formación, así como la empresa a la que se encuentra unido laboralmente. La propuesta exigió una reorganización más radical de las prácticas de laboratorio en cuanto a las actividades experimentales a desarrollar por los estudiantes, proponiéndose y desarrollándose experimentos que además de ser integradores, propician la

introducción de técnicas de investigación de gran importancia para otras asignaturas del currículo como Química Orgánica y Biológica, Ciencias del Suelo, Riego y Drenaje, Fisiología Vegetal entre otras. Al tener en cuenta las cuestiones hasta aquí analizadas se logra diseñar y desarrollar un sistema de actividades experimentales que realmente estimulan un aprendizaje desarrollador, siempre que el estudiante la asuma con responsabilidad, desde la utilización de los métodos experimentales principales de la disciplina como observar, describir y/o cuantificar fenómenos químicos, hasta el uso de instrumentos y equipos de medición para evaluar magnitudes químicas y físico-químicas que caractericen la composición y/o las propiedades de sistemas relacionados con el ejercicio de la profesión. De forma general se ha logrado mayor motivación hacia el estudio de las asignaturas de la disciplina y solidez en los contenidos, así como resultados finales de promoción deseados con la calidad necesaria en los grupos de estudiantes donde se ha desarrollado el sistema de actividades experimentales, según se muestra en las tablas que a continuación se representan.



Figura 1. Resultados finales por asignaturas Plan de Estudios C (Curso Introductorio y 6 años de estudios)



Figura 2. Resultados finales por asignaturas Plan de Estudios D (6 años de estudios).



Figura 3. Resultados finales por asignaturas Plan de Estudios E (5 años de estudios).

CONCLUSIONES

El estudio teórico-práctico y metodológico realizado de la realidad educativa en la temática objeto de análisis, permitió diseñar y desarrollar un sistema de actividades experimentales, previa adecuación a las condiciones locales, para contribuir a la formación integral de ingeniero agrónomo, que se forma mediante la modalidad de estudio semipresencial en el CUM "Hermanos Saíz Montes de Oca" de Los Palacios. Se ha logrado, además, un mejor y más profundo aprendizaje de la Química, solidez en los conocimientos y habilidades

específicas, así como en un grupo de valores concebidos en los planes de estudio implementados. Lo anterior ha permitido ampliar y perfeccionar la motivación hacia el estudio de las asignaturas del currículum, afines con la disciplina,

El sistema de actividades experimentales desarrollado, con más de tres experimentos a realizar en cada práctica de laboratorio, constituye una herramienta de trabajo educativo, útil y valioso, avalado por otros especialistas y demostrado en los resultados alcanzados.

REFERENCIAS

1. Arteaga, E.: *EL sistema de tareas para el trabajo independiente creativo de los estudiantes en la enseñanza de la Matemática en el Nivel Medio Superior*. Tesis de doctorado. La Habana, Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona, 2009.
2. Ausubel, D., (2001): Teoría del aprendizaje significativo .Disponible en: <http://www.monografias.com>.
3. Batista P., Fernández, C. y Hernández R.: *Metodología de la investigación*. La Habana, Editorial Pablo de la Torriente Brau, 2000.
4. Batista, G.: *Compendio de Pedagogía*. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 2002.
5. Beltrán, I.: *Sistema didáctico para la enseñanza de la Química General*, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, La Habana, 1992.
6. Castellanos, D.: La comprensión de los procesos de aprendizaje; apuntes para un marco conceptual. Centros de Estudios Educativos .ISPEJV, 1999a.
7. El aprendizaje desarrollador y sus dimensiones. Investigación: El cambio educativo en Secundaria Básica. ISP EJV. La Habana, 1999b.
8. Aprender y Enseñar en la escuela. Alternativas para promover un aprendizaje desarrollador. Editorial Pueblo y Educación, 2002.
9. Estrategias para promover el aprendizaje desarrollador en el contexto escolar, Pedagogía, Palacio de las Convenciones, La Habana, 2003.
10. Comisión Nacional de la Carrera de Agronomía; Ministerio de Educación Superior; La Habana (2006): Modelo del Profesional y Plan de Estudio del Ingeniero Agrónomo.
11. Cruz, M., (2011): Estimular la búsqueda de lo que no se conoce: tarea del maestro actual, [Consultado: 3 de marzo de 2013]. Artículo en la web Ahora.cu.
12. Del Valle, M. et al.: *El programa de estudio de Química. Su evaluación y perspectiva desde el Enfoque Histórico Cultural*, La Habana, Instituto Técnico Militar “José Martí”, 2001.
13. Facultad de Forestal y Agronomía; Universidad de Pinar del Río, Programa de la disciplina Química.
14. Fariñas, G.: *Maestro, para una didáctica del aprender a aprender*, La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 2004.
15. Jiménez, G.: La atención a la Diversidad en las prácticas de laboratorio de Química: Los niveles de apertura. Revista *La enseñanza de las ciencias*. 2006, **Volumen 24** (Número 1). Instituto de ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona.
16. Kiruschkin, D.M., Shapovalenko, S.G. y Polosin, V.S.: Selección de temas de metodología de la enseñanza de la Química. La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1981.
17. Lenin, V.: Cuadernos filosóficos, La Habana, Editora Política, 1979.
18. Mancebo, O.: *Una Metodología para la Formación de Habilidades Experimentales de la Química General*. Tesis de maestría, La Habana, 2000.
19. Machado, E.: *Estrategia didáctica para integrar las formas del experimento químico docente con un*

- enfoque investigativo en las diferentes modalidades de formación del profesional.* Tesis en opción al Título de Máster en Ciencias de la Educación. La Habana, 2009.
20. Ministerio de Educación Superior; Cuba. Resolución de trabajo docente metodológico. Capítulo III, Artículo 112. 2007
 21. Rojas, C.: Metodología de la enseñanza de la Química. Ciudad de la Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1985a.
 22. Torres, E.: La preparación de los docentes como vía para fomentar el desarrollo de las capacidades de aprendizaje en los estudiantes. Filial de Ciencias Médicas Isabel María Hernández Mayedo. Puerto Padre. Las Tunas, 2011.

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



Alejandro Fuentes García
alejandro.fuentes@fq.uh.cu



José Alejandro Ricardo García
jose.ricardo@fq.uh.cu

La influencia de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) son hoy en día uno de los aspectos de la vida diaria de mayor significación. El uso de medios de comunicación e interacción como los teléfonos celulares, el internet y la televisión se han convertido en las rutinas diarias de todos, incluso de aquellos que cuando nacieron ni siquiera se imaginaban los adelantos modernos que hoy son comunes en la sociedad. Lo más interesante del uso de las tecnologías radica en que desde hace algunos años se han situado en el centro de todas las actividades sociales.

Un sector en particular que se ha transformado radicalmente con la inclusión de los adelantos en las tecnologías, lo que se hace comprensible si tomamos en cuenta su ubicación central dentro de entramado social de cualquier país, es el de la educación; en especial el sector universitario. Hoy en día es evidente el cambio sustancial en la forma en que los estudiantes aprenden y se desarrollan en el sistema educativo con el uso de la tecnología. Este contexto social demanda que la universidad sea capaz de adaptarse al entorno tecnológico y además que sea proactiva a favor de una formación universitaria con procesos de enseñanza-

aprendizajes más interrelacionados con las TIC.¹

Según la Guía de Planificación para el uso de las TIC en la formación docente se concibe a estas como el “universo de dos conjuntos, representados por las tradicionales tecnologías de la comunicación (TC), constituidas principalmente por la radio, la televisión y la telefonía, y por las tecnologías de la información (TI), caracterizadas por la digitalización de las tecnologías de registro de contenidos (Informática de las comunicaciones, telemática y de las interfaces)”.^{2,3} Respecto a la educación y las nuevas tecnologías en la literatura se mencionan una amplia gama de términos que se encuentran relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje en el que se utilizan las TIC. De esta forma se puede citar una larga lista, entre las más utilizadas se encuentran:^{1, 4}

- Tecnología educativa
- Formación basada en la Web
- Enseñanza y Aprendizaje a distancia mediante la WEB
- Espacios virtuales de aprendizajes
- Educación virtual
- Aulas virtuales

A pesar de existir una extensa lista como se mencionó anteriormente, muchos de los

términos que se manejan son en gran parte equivalentes o sencillamente están muy interrelacionados como para manifestarse de forma independiente.

La introducción de las tecnologías al proceso educativo constituye en la actualidad un gran reto, debido a que se necesita de la ruptura de paradigmas educacionales profundamente arraigados en la comunidad universitaria, por lo menos en Cuba.⁵⁻⁷ La principal barrera que debe vencer para una introducción verdaderamente fructífera está dada por la necesidad de cambiar un proceso docente caracterizado por el papel pasivo del estudiante y la continua centralización de las actividades por parte del profesor.

El segundo obstáculo a saldar está íntimamente relacionada con la primera barrera mencionada anteriormente, y más bien se podría considerar como una consecuencia de esta, y está precisamente en concientizar al estudiante que este es el principal partícipe de su formación, de forma que conscientemente le preste la atención necesaria a la formación de destrezas emocionales e intelectuales (que puede lograr en un menor tiempo con el uso de las TIC) con la responsabilidad necesaria para insertarse y asumir tareas en un mundo en rápido y constante cambio. La importancia de crear precisamente una conciencia en el estudiantado de las potencialidades que tiene el uso de las TIC y la responsabilidad de estos frente al empleo que se les da, así como crear las necesarias competencias y habilidades en su manejo, favorecerá su incursión en un sistema laboral que demanda una formación a lo largo de toda la vida y habilidades para mantener un proceso de aprendizaje continuo.

La tercera y uno de los principales desafíos de las nuevas tecnologías en el ambiente educacional, fundamentalmente aquellas actividades que involucran el uso de los entornos educativos y los cursos virtuales, es precisamente el nuevo rol del profesor. En este contexto el docente posee un mayor trabajo en tanto debe ser capaz de brindar atención

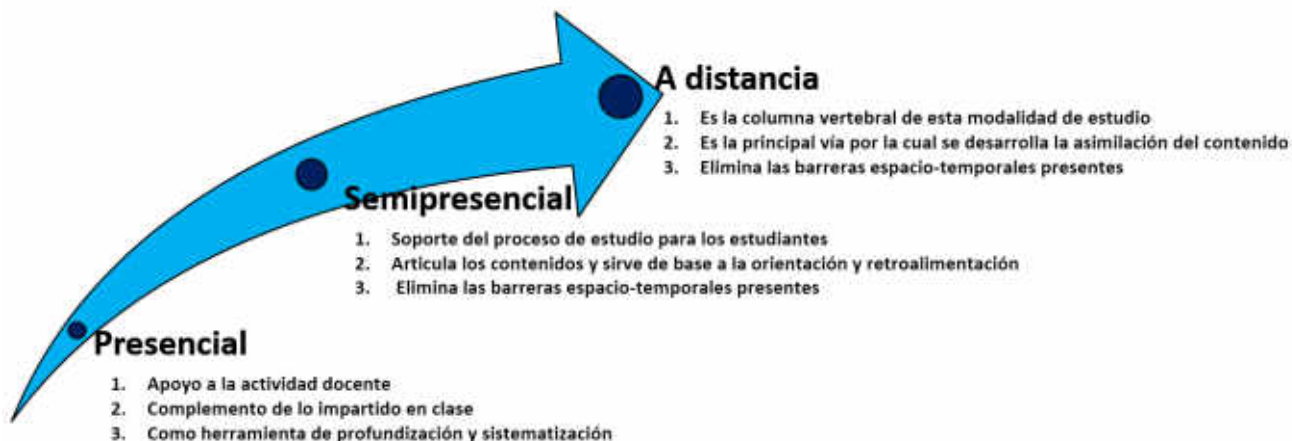
individualizada a sus estudiantes y la revisión de las actividades con la complejidad y calidad requerida en cada caso. Esta atención individualizada se ve seriamente comprometida con el aumento exponencial de las matrículas en los diferentes cursos. En nuestra opinión esta barrera se puede convertir en una gran desventaja para el uso de plataformas digitales donde la atención individualizada que esta exige decrece rápidamente con el aumento de estudiantes, siendo una de las principales causas de la gran deserción que ocurre en ambientes virtuales de enseñanza.¹

Por último, es necesario para una correcta utilización de las TIC, que tanto los alumnos como los docentes tengan suficiente acceso a las tecnologías digitales y a internet. Aunque en este aspecto mucho se ha avanzado, el contar con una laptop o teléfono no siempre es suficiente para sustentar una correcta utilización de la información. Es necesario adicionalmente contar con acceso a disímiles sitios web, programas o accesorios informáticos hoy con limitaciones para su empleo. Súmele a lo anterior la dificultad para acceder, o confeccionar, materiales cada vez más didácticos que permitan un proceso de enseñanza más eficiente y un uso más adecuado de las prestaciones de los ambientes virtuales de enseñanza o de las TIC en general.

Independientemente de los costos y retos necesarios para introducir eficientemente las tecnologías al ambiente educacional, vale la pena insistir en el uso de estas y potenciar su empleo. Sin embargo, en su introducción y uso es necesario tomar en cuenta un aspecto que ha sido tratado en muchos casos con una gran ligereza. Nos referimos a la magnitud en la que debemos permitir la introducción de las nuevas tecnologías. Un error frecuente es querer introducir de forma extensiva la utilización de las TIC sin tener en cuenta las modalidades de estudio.

La magnitud en la introducción de las nuevas tecnologías debe estar en consonancia con las características de cada uno de las

se muestra como debe ser el grado de uso de las TIC en cada una de las diferentes modalidades.



diferentes modalidades de estudio. En la figura

Figura 1. Grado de introducción de las TIC en el proceso docente educativo

Como se observa en la figura anterior, a medida en que se pierde la presencialidad en la modalidad de estudio debe aumentar el papel que juega las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje.

En la enseñanza presencial su introducción debe estar dirigida fundamentalmente a apoyar el proceso docente, debe convertirse en un complemento y por tanto en una forma de facilitar la asimilación del contenido. Este tipo de enseñanza está caracterizada por la existencia de un vínculo estrecho entre el docente y el estudiante y por la presencia de una interrelación entre ambos. En este aspecto el imponer modos de usos de las TIC que puedan lacerar la comunicación entre profesor-estudiante o entre los mismos estudiantes no es aconsejable. No tiene sentido que un estudiante aclare una duda en tiempo real mediante una plataforma con un profesor que se encuentra en su oficina a menos de 100 m de distancia. La interrelación personal, al menos en nuestra opinión, propiciará un mayor proceso de asimilación.

En cuanto a la educación semipresencial la característica es un escaso contacto entre docentes y estudiantes. En este tipo de enseñanza por lo general existen separaciones

en espacio y tiempo por lo que el uso de las tecnologías de la comunicación, las plataformas interactivas y los ambientes virtuales de enseñanza se convierten en una herramienta útil que permite la interacción entre los participantes en el proceso docente. Adicionalmente las herramientas informáticas son las vías fundamentales para la asimilación y retroalimentación del contenido que se pretende enseñar.

Por último en el caso de la educación a distancia estas son el centro de este tipo de enseñanza. Actualmente constituye la principal vía por la cual el estudiante tiene acceso a los materiales docentes y constituye la plataforma donde ocurre en su mayor parte el proceso docente.

Como conclusión de este artículo podemos decir que el trasladar formas de empleo en el uso de las TIC entre las diferentes modalidades de estudio debe ser siempre un proceso bien pensado y coordinado, que no impide realizar adecuaciones necesarias para el uso de diferentes herramientas virtuales de aprendizaje. Es necesario, además, crear las condiciones objetivas para un uso eficiente de las tecnologías educativas y preparar al

estudiantado para su uso consiente y responsable.

REFERENCIAS

1. Tania Ortiz Cárdenas. Visión pedagógica de la formación universitaria actual. Editorial UH, 2016, pp 266-289.
2. UNESCO: Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente. Guía de planificación. 2004.
3. E. Sánchez Duarte. Las tecnologías de información y comunicación desde una perspectiva social. Revista electrónica Educare, Vol 12, 2008.
4. R.S Guerrero Proenza. Ontología para la presentación d las preferencias de un estudiante en la actividad de aprendizaje en entornos virtuales. La Habana, Tesis Doctoral, 2012.
5. F. García. Los modelos didácticos como instrumentos de análisis y de intervención en la realidad educativa. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, 2000.
6. I.B Alvarez. Didáctica del proceso de formación de los profesionales asistido por las tecnologías d ela información y la comunicación. Universidad de Oriente, 2003.
7. E. Herrero. La educación superior virtual en Cuba: estudio preliminar de las experiencias en la aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación superior. La educación Superior Virtual en América Latina y el Caribe, IESALC/UNESCO, pp 217-244, 2004.

Dra. Loreley Morejón Alonso

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

lmorej@fq.uh.cu



El pasado 31 de octubre de 2018 la Sociedad Cubana de Química (SCQ) celebró su 40 cumpleaños; por tal motivo, hemos querido rescatar la memoria histórica de esta asociación científica que en los últimos años ha crecido en número y presencia en el ámbito nacional e internacional. En este número les presentamos la segunda parte de la Historia de la SCQ que abarca el período del 2009 hasta la actualidad, recordando que en 40 años de existencia este ha sido el primer intento de recopilar información para dejar constancia del desarrollo, crecimiento y presencia de esta Asociación Científica en nuestro país.

Con la celebración del VII Congreso Internacional de Química e Ingeniería Química en el 2009 se lleva a cabo una junta de afiliados y se realizan nuevas elecciones en las cuales el Dr. Roberto Cao Vázquez es elegido como presidente. La nueva Junta Directiva electa en dicha reunión recibe de la dirección anterior muy poca documentación, ausencia de registro actualizado de la membresía y una organización sin fondos. Así, sus prioridades de trabajo estuvieron destinadas en primer lugar a la institucionalización y reestructuración de la organización; a la transparencia en las acciones realizadas; a lograr un alto grado de comunicación e intercambio de información con los asociados y al fortalecimiento de la organización.

Para lograr dichos objetivos se procedió a crear una base de datos donde se registraron los principales datos de cada uno de los asociados permitiendo la contabilidad de la membresía activa de la organización y el control de la cotización a través del pago de las cuotas de afiliados. Como parte de la rehabilitación de la SCQ se crearon nuevos grupos o filiales en los

centros de mayor concentración de químicos en la capital y se reactivó la filial de Santiago; a la par, se rehabilitaron las cuentas bancarias y se comenzó a llevar la contabilidad de la sociedad, registrando todas las actividades financieras de la misma. Igualmente se procedió a la actualización de los estatutos – tarea pendiente durante varios años – los cuales se llevaron a consulta, pero debido a la poca participación en la asamblea no pudieron ser aprobados y asentados en aquella ocasión en el Ministerio de Justicia. Por otro lado, el desarrollo de la informatización en el país permitió poner en funcionamiento la página web de la SCQ y crear una lista de correos que facilitó el intercambio de información con todos los asociados y la divulgación de las actividades relacionadas con la sociedad; así como la consulta sobre aspectos de interés para todos sus miembros.

Especial atención debe dedicarse al año 2011, en el cual se celebraron una gran cantidad de actividades en conmemoración al **Año Internacional de la Química** entre las cuales podemos mencionar la I Olimpiada Nacional de Química; la Jornada Científica Juvenil del CEINPET, Simposio Quincke, el

Taller de Química de los Productos Naturales, el VIII Seminario de Estudios Avanzados de Diseño Molecular y Bioinformática y una gran cantidad de actividades de extensión universitaria que involucraron no sólo a profesionales del ramo, sino a estudiantes de diferentes niveles.

En el año 2012, durante el *VIII Congreso Internacional de Química, Ingeniería y Bioquímica* es electo como presidente al Dr. Luis A. Montero, fundador y miembro activo de la SCQ, quien continúa trabajando sobre la base creada en el período anterior y logra una mayor visibilidad y reconocimiento nacional e internacional para la organización. En el período se mantuvieron las prioridades del trabajo de la Junta Directiva saliente, adaptadas a las nuevas condiciones políticas y socioeconómicas del país, siendo las mismas: el avance en la institucionalización, la transparencia en las acciones financieras e información a los asociados y el incremento de las actividades de acción social y científica. Durante el período se elevó grandemente el número de actividades científicas realizadas, se logró una mayor comunicación y participación de los miembros de provincia en las actividades de la SCQ, se reanudaron las relaciones con asociaciones internacionales como la *American Chemical Society* la cual patrocinó la participación de varios miembros de la SCQ en diferentes actividades celebradas en ese país y con otras asociaciones hermanas como la *Royal Chemistry Society*, quien ha copatrocinado algunos eventos científicos conjuntamente con la SCQ y la *Federación Latinoamericana de Química (FLAQ)* de la cual formamos parte activa y hemos participado en los últimos congresos.

En el 2015 asume la máxima dirección el Dr. Daniel García Rivera. Durante su mandato, se mantienen las líneas de trabajo de la

organización y la misma sigue creciendo en número, reconocimiento nacional e internacional, proyección, captación de recursos y coordinación de actividades científicas. En el 2018, a petición del mandato anterior, se realiza en la Habana el 33° *Congreso Latinoamericano de Química (33-CLAQ)* conjuntamente con el *X Congreso De Ciencias Químicas, Tecnología E Innovación (Quimicuba'2018)* evento que contó con la participación de aproximadamente 1200 delegados extranjeros de 82 países, líderes científicos, y una amplia participación de delegados nacionales, además de exhibir un alto rigor científico y la participación de un gran número de estudiantes de pregrado y posgrado.¹

En dicho evento, Cuba asumió por segunda vez la presidencia pro-tempore de la FLAQ.^a Durante las reuniones celebradas en La Habana fue electo presidente el Dr. Daniel García Rivera y como Secretaria del Consejo Directivo la Dra. Loreley Morejón-Alonso. Igualmente, en dicho evento se llevó a cabo un referéndum en el cual salió electo el Dr. Dionisio Zaldívar Silva como nuevo y actual presidente de la SCQ y se llevaron a propuesta una modificación a los Estatutos vigentes la cual se encuentra en proceso de aprobación en el Ministerio de Justicia, lo cual había sido un anhelo de la dirección de la organización durante los últimos años.

Con la contratación de una Secretaria Ejecutiva, encargada de las cuestiones organizativas de las actividades científicas y de extensión, así como de llevar la documentación, divulgación y el registro actualizado de la membresía, la vida interna de la sociedad se fortaleció. A la par, relevante y meritoria ha sido la labor realizada por el tesorero de los últimos 6 años, Dr. Manuel Álvarez Prieto, quien ha mantenido la

^aCuba asumió por primera vez la presidencia de la FLAQ en el año 2006, durante la celebración del XXVII CLAQ y fue electo presidente en esa ocasión el Dr Alberto Núñez Sellés (2006-2008)

contabilidad en orden, logrando una transparencia no alcanzada en períodos anteriores. Aún existen algunas insatisfacciones en cuanto a la recaudación de las cuotas de filiación; sin embargo, en el último período ha habido una notable mejoría

en este aspecto gracias a la labor divulgativa y constante realizada por la Secretaria Ejecutiva, quien ha rescatado de la inactivada e incorporado a las filas de la organización más de 700 afiliados.

Tabla 1. Datos de interés sobre la membresía activa de la SCQ en los tres últimos años

Composición en miembros de la SCQ			
	2016	2017	2018
Membresía Activa	250	873	1157
Número de Grupos	85	88	86
Provincia	256 (22%)	201 (23%)	271 (22%)
Nuevos Ingresos	115	114	262

Entre los logros administrativos y de gestión más importantes del período caben destacar: registro confiable de la membresía; cobro regular de la cuota de filiación y facilidades para el pago; excelente divulgación y comunicación con los miembros a través de la lista de correos; incorporación de filiales de fuera de La Habana; cuentas bancarias operativas y solvencia económica para el funcionamiento interno de la organización y para la subvención de actividades científicas; transparencia en las operaciones financieras; creación de secciones específicas sobre enseñanza de la Química, Química Analítica e Ingeniería Química; firma de convenios de colaboración con diferentes centros de la enseñanza superior y/o instituciones científicas; existencia de un local físico con todas las condiciones para el trabajo administrativo, conservación de documentos y atención a personal visitante.^b

En cuanto a proyección científica y social se comenzó a reconocer la labor científica de los miembros de la SCQ en diferentes categorías a través de los **Premios Nacionales de la SCQ**, se comenzó a publicar la revista de divulgación científica **Encuentro con la**

Química, se crearon las **Olimpiadas Nacionales de Química** para estudiantes de pregrado de las diferentes especialidades químicas, se comenzó a desarrollar un espacio de discusión científica llamado **Café Científico** dirigido a todo tipo de público entre otras muchas actividades científicas organizadas y/o subvencionadas por la Sociedad Cubana de Química (HOT TOPICS, Neglected Diseases, SEADIM, Talleres Ernest Eliel de Enseñanza de la Química, Chemistry of Initiatives, Escuela Avanzada “Experimental and Bioinformatics Tools for Protein 3D-structure Determination and Analysis”, I Taller de Historia de la Química Luis Felipe LeRoy, entre otros muchos).

Deficiencias y algunas tareas de futuro...

En los últimos años, se han presentado algunos problemas con la seguridad informática lo cual ha provocado la salida del aire de la página web de la SCQ, problema aún no resuelto y que afecta grandemente la visibilidad de la organización. A pesar de una mejoría considerable de las comunicaciones, aún sigue siendo insuficiente el alcance de la SCQ fuera de la capital y la relación con

^b El Nuevo local de la SCQ se encuentra situado en la Facultad de Química de la Universidad de La Habana y fue gestionado a iniciativa del nuevo presidente y ex decano de la facultad Dr. Dionisio Zaldívar

Silva en el marco del Convenio de Colaboración entre ambas entidades.

algunos grupos o filiales es pobre, lo que requiere de especial atención por parte de la Junta Directiva. Por otro lado, aun cuando mantenemos relaciones con la IUPAC, nuestra interacción no es la deseada debido al atraso en los pagos de membresía que exige esa organización los cuales no se han podido realizar debido al bloqueo económico impuesto por Estados Unidos que nos lo impide.

Por otro lado, creemos que debe fomentarse el trabajo vocacional y divulgativo en jóvenes de nivel secundario y medio con vistas a promover el estudio de la Química desde edades tempranas y prestar mayor atención a la protección y bienestar de los asociados, de lo cual poco se ha hecho desde la creación de la organización.

Generalidades

El impacto del desarrollo de las sociedades puede medirse a través de una serie de indicadores entre los que pueden mencionarse: membresía, número y calidad de los eventos científicos y/o actividades organizadas, relación con otras sociedades homólogas

nacionales e internacionales y número de publicaciones en las revistas científicas de las cuales son responsables. A continuación, les mostramos algunos de esos indicadores.

Organización Territorial...

La SCQ se encuentra distribuida en casi todo el territorio nacional. A finales del 2018, la SCQ contaba con 1157 miembros activos pertenecientes a 86 centros de enseñanza media, superior y centros de investigación distribuidos por provincias de la siguiente manera (Fig. 1). Las provincias con mayor membresía son La Habana, debido al gran número de instituciones científicas y centros de Educación Superior, seguida de Las Villas (UCLV “Marta Abreu”), Santiago (Universidad de Oriente y el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado) y Granma (múltiples centros). Es necesario señalar que en nuestra base de datos constan miembros de 102 grupos diferentes, aunque algunos de ellos no están en activo en estos momentos, pero demuestra la gran diversidad y alcance de nuestra sociedad.

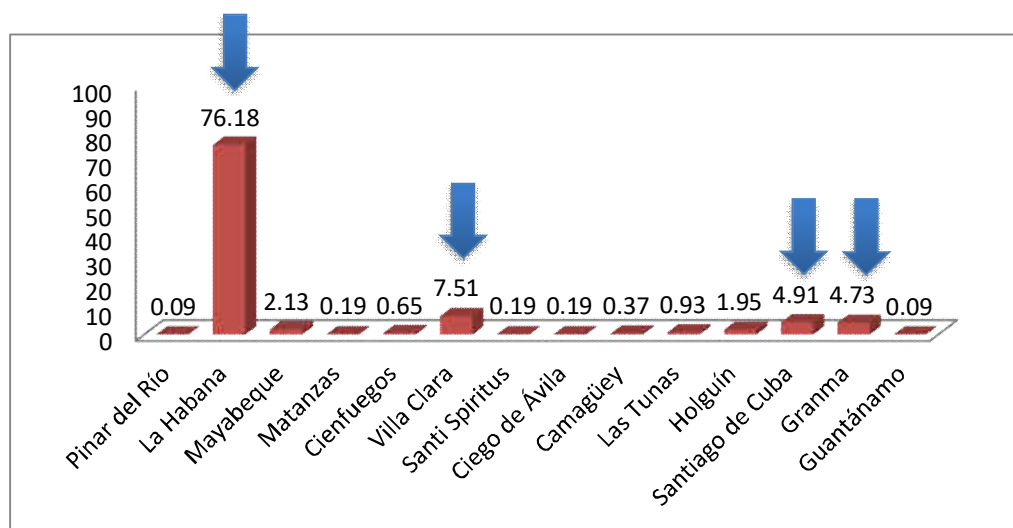


Figura 1. Distribución Geográfica de la Membresía activa de la SCQ (cierre diciembre 2018)

Presidentes por períodos...

1. Dra. Ruth Daysi Henríquez (1978-1985; 1985-1996)
2. Dr. Alberto Núñez Sellés (1996-2009)
3. Dr. Roberto Cao Vázquez (2009-2012)
4. Dr. Luis Alberto Montero Cabrera (2012-2016)
5. Dr. Daniel García Rivera (2016-2018)



Figura 2. Presidentes de la SCQ a lo largo de sus 40 años de fundada.

Congresos auspiciados por la SCQ...

La *Conferencia de Química de Oriente* es el primer evento científico del país en la rama de las ciencias naturales y exactas. Su primera edición se celebró en 1964 con el nombre de *Symposium de Química* y durante mucho tiempo fue la única reunión científica de carácter nacional. A partir de 1965 toma el nombre de “Conferencia de Química” y luego de la creación de la SCQ, este evento pasa a ser coauspiciado por la misma. En 1985 se celebra la XI Conferencia de Química,^c en la cual el congreso adquiere carácter internacional.²

^c Actualmente esta reunión científica se celebra cada tres años y el pasado año celebró su XXII edición.

Los *Congresos de la Sociedad Cubana de Química* comenzaron a celebrarse en 1982 con el objetivo de propiciar la interacción entre químicos de diferentes especialidades y presentar los logros obtenidos como parte del desarrollo científico del país. A partir de 1985 adquiere carácter internacional; habiéndose celebrados hasta la fecha IX congresos con una frecuencia trienal y un número creciente de participantes nacionales e internacionales. Conjuntamente con estos congresos en el 2006 y 2018 se celebraron el XXVII y XXXIII *Congreso Latinoamericano de Química*, evento cumbre de las Asociaciones Latinoamericanas de Química, de la cual Cuba ha sido y es presidente pro-tempore de dicha organización.

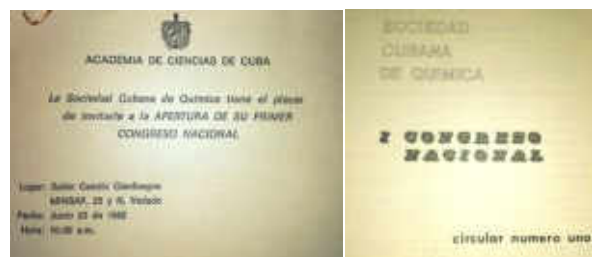


Figura 3. Convocatoria y Primera circular del I Congreso Nacional de Química.

- I Congreso Nacional de la Sociedad Cubana de Química (17-20 mayo 1982)
- II Congreso Nacional de la Sociedad Cubana de Química (1985)
- III Congreso Internacional de la Sociedad Cubana de Química (1-4 diciembre 1998)
- IV Congreso Internacional de Química. *XIII Conferencia del Caribe de Química e Ingeniería Química* (16-20 abril 2001)
- V Congreso Internacional de Química (18-22 octubre 2004)
- VI Congreso Internacional de Química. *XXVII Congreso Latinoamericano de Química* (16-20 octubre 2006).
- VII Congreso Internacional de Química e Ingeniería Química. *I Congreso*

Iberoamericano de Química, Bioquímica e Ingeniería Química. (12-16 octubre 2009).

- **VIII** Congreso Internacional de Química, Bioquímica e Ingeniería Química, QUIMICUBA' 2012 (9-12 octubre 2012)
- **IX** Congreso de Ciencias, Tecnología e Innovación Química QUIMICUBA' 2015 (13-16 octubre 2015)
- **X** Congreso de Ciencias, Tecnología e Innovación Química QUIMICUBA' 2018. *33° Congreso Latinoamericano de Asociaciones Químicas CLAQ 2018* (9-12 octubre 2018)

El *Simposio Internacional de Química de Las Villas* comenzó a celebrarse en el año 2000 organizado por la Universidad Central de las Villas "Marta Abreu". Hasta la fecha se han celebrado seis ediciones con un período aproximado entre congresos de tres años y los mismos se han llevado a cabo con el coauspicio de la Sociedad Cubana de Química. Dichos congresos se han celebrado de manera alterna con la Conferencia de Química de Oriente y el Congreso Internacional de Química organizado por la SCQ; de esta manera en los últimos años se ha garantizado que cada año se celebre una reunión anual de Químicos de alto nivel, organizados por los Centros de Educación Superior del país de mayor importancia en el desarrollo de la Química y permitiendo trasladar la sede de los congresos hacia las tres zonas geográficas del país: occidente, centro y oriente.

Publicaciones...

Revista Cubana de Química (1985)

Publicación científica cubana de circulación nacional publicada por el Ministerio de Educación Superior y auspiciada por la Sociedad Cubana de Química que publica artículos de investigaciones científicas en diversas ramas de la Química. La revista tiene frecuencia cuatrimestral, es de acceso público y está editada por la Dirección de

Información Científico-Técnica de la Universidad de Oriente. Se encuentra reconocida en el Registro Nacional de Publicaciones Seriadas: versión impresa RNPS: 0144, ISSN: 0258-5995 y versión electrónica RNPS: 2117, ISSN: 2224-5421 (D); además está indexada en las bases de datos *Cubaciencia*, *Latindex*, *Periódica* y *Academic Search* (ESBCO).

Encuentro con la Química (2015)

Revista electrónica cuatrimestral de divulgación científica a la cual puede accederse a través de la página web de la Sociedad Cubana de Química www.scq.uh.cu y en la que se publican artículos de interés relacionados con diferentes campos de la investigación, Historia de la Química, Enseñanza de la Química y relación Ciencia-Sociedad. Esta revista no sustituye a la *Revista Cubana de Química*, pues su objetivo fundamental es divulgar de una forma amena y accesible, trabajos de interés para todos, donde la Química esté presente. La idea original de editar esta revista fue de la Dra. Margarita Suárez y cuenta con la colaboración de muchísimos profesores e investigadores, miembros de la SCQ. Hasta el momento se han publicado 12 números con más de 200 artículos de divulgación científica de varios temas de interés.



Figura 4. Revistas editadas por la SCQ. *Revista Cubana de Química* y *Revista Encuentro con la Química*.

Actividades anuales llevadas a cabo por la SCQ...

Olimpiadas Nacionales de Química, Bioquímica e Ingeniería Química.

En el 2011, con motivo de la celebración del “Año Internacional de la Química”, la Facultad de Química de la Universidad de la Habana, la Sociedad Cubana de Química y el Centro Nacional de Entrenamiento del MINED, convocaron a la I Olimpiada Nacional de Química para estudiantes de enseñanza media y superior. En dicho evento participaron 59 estudiantes de ambas enseñanzas y se otorgaron 3 premios cuyos ganadores fueron estudiantes de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana. Dos años más tarde se celebraría la II Olimpiada Nacional de Química para Nivel Superior convocada y auspiciada por la SCQ y dirigida a los estudiantes de la enseñanza superior de las diferentes ramas de la Química y de todos los centros de Educación Superior de la Isla. Dicho encuentro de conocimientos ha sufrido algunas variaciones desde sus inicios con vistas a mejorar la calidad del mismo y actualmente se celebra con una frecuencia anual y lleva el nombre de Olimpiada Nacional Universitaria de Química, Bioquímica e Ingeniería Química. La participación de estudiantes, así como la calidad de la misma se ha incrementado a través de los años, logrando además la integración de las ramas de Bioquímica e Ingeniería Química y un incremento en la participación de estudiantes de dichas carreras.

Cafés Científicos

El Café Científico surgió en el año 2013 como un espacio de intercambio, diálogo y discusión para todas aquellas personas amantes de la ciencia y el saber humano que comparten inquietudes sobre un tema de interés y actualidad científica.

Inicialmente esta actividad se desarrolló en diferentes centros de la capital como la Casa del Alba, la Asociación Veterinaria de Cuba, el

Salón 250 de la Universidad de La Habana, el Colegio Universitario San Gerónimo de La Habana hasta trasladarse a la Facultad de Química de la Universidad de La Habana donde actualmente se celebran; aunque también se han celebrado en la Universidad de las Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona” y en la Universidad Central de Las Villas “Marta Abreu”.



Figura 5. Convocatoria actual al café científico y memoria fotográfica del Café “Plaff o Demasiado miedo a la ciencia” celebrado el 25 de abril de 2014.

Dicha actividad está destinada a todas las personas con inquietudes acerca del tema a tratar: estudiantes, profesores, investigadores, profesionales, etc. independientemente que trabajen o no en materias relacionadas con el mismo y la participación es libre. Hasta la fecha se han celebrado aproximadamente 16 Cafés Científicos donde han expuesto especialistas nacionales e internacionales con una participación media de 60 participantes.

Premios Nacionales

En 1998 la SQC decide reconocer la contribución realizada por los químicos

cubanos al desarrollo de la ciencia en nuestro país a través de los Premios Nacionales.

Inicialmente los premios se entregaban durante la celebración de los congresos de la Sociedad Cubana de Química (bianualmente) y se premiaban cuatro categorías: *Por la obra de toda una vida, por el trabajo aplicado más destacado, por el trabajo de mayor originalidad y al Joven más destacado*. En aquel momento no existía un reglamento que normase las propuestas, el análisis y otorgamiento de dichos premios; y al celebrarse conjuntamente con los congresos impedía el otorgamiento anual de los mismos y no se le prestaba la atención necesaria. En el año 2010 se elabora un documento que regula los procedimientos a seguir para realizar la premiación, en la que se define la entrega anual de dichos premios, y se crean además nuevas categorías: *Premio Nacional de Química, Premio Nacional de Bioquímica, Premio Nacional de Ingeniería Química, Premio Nacional de Enseñanza de la Química y MIEMBRO DE HONOR*.³ Hasta la fecha se han reconocido un total de 59 químicos, bioquímicos, radioquímicos, ingenieros químicos, profesores, jóvenes investigadores y estudiantes de diferentes facultades, centros educacionales y de investigación a lo largo de todo el país, galardonados por su meritorio trabajo en distintas esferas de actuación.⁴ Igualmente se han premiado personalidades extranjeras cuyo aporte al desarrollo de la Química en Cuba ha sido meritorio.⁵

Una reflexión...

En los últimos años se ha realizado un gran trabajo sobre la base fundamental de la no profesionalidad de todos los integrantes de un reducido grupo de trabajo. Queda mucho por hacer, sobre todo por el cambiante panorama que se abre ante nosotros en el momento actual, lleno de oportunidades, de retos, y también de riesgos. La sabiduría con que los cubanos, y en particular nuestra comunidad química, emprendamos esta situación nos debe conducir, seguramente, a un estadio superior, más feliz y productivo para todos. Y esto solo se puede lograr eficientemente a partir de la cooperación y la buena voluntad. Nuestro reto principal como organización no gubernamental y sin ánimo de lucro, es afiliarnos a las mejores causas y contribuir con toda acción que beneficie, en primer lugar, al pueblo de Cuba, así como a la comunidad de aquéllos interesados por la química, la más multidisciplinaria de todas las disciplinas, estén donde estén.^d

REFERENCIAS

1. L. Morejón-Alonso **2019**. *Encuentro con la Química* Vol. 5 No. 1, 100-107.
2. M. Casals **2015** *Revista Cubana de Química* 27 (Enero-Abril). Carta Editorial.
3. R. Cao. *Encuentro con la Química* **2015**, Vol 1, No 1, 8-9.
4. R. Vega. **2016** *Encuentro con la Química* Vol 2, No 3, 33-57, 2016.
5. L. Morejón-Alonso **2016**. *Encuentro con la Química*, Vol. 2 No. 2, 45-49.

^d Palabras enunciadas por el Presidente de Honor Dr. Luis A. Montero durante el IX Congreso de Ciencias, Tecnología e Innovación Química QUIMICUBA' 2015

Rebeca Vega Miche

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



En este 2019 se conmemora un doble aniversario, los 110 años del nacimiento y 30 del deceso del importante químico cubano Ernesto Ledón Ramos (1909-1989).¹ Profesor de la Universidad de La Habana e Investigador Titular del Centro Nacional de Investigaciones Científicas, es recordado por todos los que lo conocieron con merecido respeto y admiración.

He tenido la oportunidad de acercarme a su vida y su obra a través de entrevistas, grabaciones y escritos de su autoría y me atrapa no sólo su personalidad, su gracejo a la hora de narrar anécdotas de su vida, sus conocimientos sobre Química y la cultura en general sino también su sentido de pertenencia a la Universidad, así como su incuestionable cubanía.

El trabajo completo “APUNTES SOBRE LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN CUBA” fue escrito por el Dr. Ledón en la década del 80 cuando se le solicitó impartir una conferencia sobre el nacimiento y desarrollo de la ciencia en Cuba en el III Congreso de la Sociedad Cubana de Química. Una copia en papel de una versión digitalizada, junto a la grabación en audio y video de la conferencia dictada por Ledón, que aún no se ha podido transferir a un formato más actual, fueron donados por una de sus colaboradoras, Ma. Cristina Melo. Al transcribir el trabajo he respetado lo escrito y

sólo me he limitado a realizar correcciones menores, muchas de ellas señaladas por el autor, y a esclarecer a pie de página datos sobre algunas de las personalidades mencionadas en el texto.

Sorprende la prosa de Ledón, culta, cuidada y en ocasiones difícil pero atrayente que se contrapone con la imagen del químico que recordamos. Es la visión personal de un científico que vivió e hizo parte de la historia que narra, pero que aporta datos sobre lo que se ha escrito poco. Considero que el texto es de una obligada lectura para todos aquellos que quieran tener un conocimiento generalizado de la ciencia en Cuba y en particular de la Química, así como de los hombres que hicieron posible la introducción y avance de la cultura científica en nuestro país.

Con la publicación de este trabajo *Encuentro con la Química* quiere rendir justo homenaje a uno de los más importantes químicos cubanos. Para disfrutar de este documento, descárguelo en el siguiente link: <http://karin.fq.uh.cu/~dhernandez/Revista-SCQ/assets/files/ledon1985.pdf>

¹ Para mayor información consultar: *Encuentro con la Química*, No.1, Vol. 4, 2018.

Rebeca Vega Miche

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



Friedrich Wilhelm Ostwald (1853-1932), premio Nobel de Química en 1909, fue un científico de origen alemán, nacido en Riga. Estudió en la Universidad de Tartú (Dormat), (1872-1875), donde se desempeñó, una vez graduado, como profesor durante 6 años. Se traslada después al Instituto Politécnico de Riga y en 1887 a la Universidad de Leipzig.



Figura 1. Wilhelm Ostwald



Figura 2. En su laboratorio junto a Van't Hoff

En esa ciudad, Ostwald funda el primer instituto dedicado a las investigaciones físico-químicas, centro que dirigió hasta 1906, y cuyo laboratorio fue considerado como la meca de los químicos físicos en su época. Por sus aportes a esta rama de la Química, Ostwald es

considerado, por muchos autores, como el padre de la Química Física.

Estudió la velocidad de las reacciones catalizadas por ácidos, realizando el primer análisis energético de los procesos catalíticos en 1894. Los puntos de vista de Ostwald sobre la catálisis relacionaron definitivamente este fenómeno con la cinética química, encontrando así un punto de unión entre la termodinámica y la cinética. A él se debe el término *catalizador*.

Aunque Arrhenius fue el primero en postular una teoría sobre la disociación de los electrolitos en iones, esta idea no tuvo una aceptación inmediata. Fue Ostwald quien demostró la veracidad de la teoría de Arrhenius al hacer experimentos con más de treinta ácidos y correlacionar las velocidades de la reacción con la conductividad del ácido empleado. Formuló entonces la ley de Ostwald que rige los fenómenos de disociación en las disoluciones de electrolitos.

En 1900 descubrió un procedimiento de preparación del ácido nítrico por oxidación del amoníaco, facilitando la producción masiva de fertilizantes y de explosivos en Alemania durante la I Guerra Mundial. Ideó también un viscosímetro que se sigue utilizando para medir la viscosidad de las disoluciones.

Obtuvo el premio Nobel de Química «*por su trabajo en la catálisis y por sus investigaciones sobre los principios fundamentales que rigen los equilibrios químicos y las velocidades de reacción*».



Figura 3. Diploma de su Premio Nobel

Los intereses de Ostwald no se limitaron a la Química. Aprendió esperanto y se interesó en la adopción de una lengua internacional, donando al movimiento de este idioma parte del dinero obtenido al ganar el premio Nobel.

También trabajó en las ciencias de la información, e hizo propuestas para que el conocimiento se organizara de manera analítica, estandarizada, normalizada e internacionalizada. Fundó en Múnich, junto a otros colaboradores, el Instituto Internacional para la Organización del Trabajo Intelectual con la intención de crear un centro de documentación donde se organizaran todos los documentos y referencias bibliográficas producidas por distintas instituciones, utilizando la Clasificación Decimal de Dewey.

Destacó además como escritor y editor científico. En el campo de la filosofía merece mencionarse la doctrina energética que intenta explicar la mayoría de los fenómenos en función de su energía física, la cual aparece en su obra *Filosofía natural* (1902).



Figura 4. Algunas obras de Ostwald

También tuvo inclinaciones artísticas. Aprendió a tocar el piano, y desde su juventud este instrumento lo acompañó en cada uno de sus cambios de residencia: de Riga a Leipzig, y de Leipzig a Großbothen.

Su pasión fue la pintura. Fue un excelente pintor capaz de crear obras de artes plásticas como acuarelas, óleos y pinturas al pastel. Eligió preferentemente temas relacionados con la belleza de la naturaleza donde la multitud de colores en la sombra y bajo el sol, ejercían sobre él una inspiradora fascinación. Las vacaciones de verano con su familia (casado y con 5 hijos) lo llevaron a pintar en los alrededores del río Mulde, en la costa del mar Báltico, y en el lago Garda en Italia.



Figura 5. Barcos en la Isla de Vilm (1893)



Figura 6. Autoretrato. Isla de Hindenssen (1910)



Figura 7. Cataratas del Niágara. Óleo sobre cartón

Durante su estancia de varios meses en Estados Unidos como profesor invitado de Alemania, pintó varios cuadros de las cataratas del Niágara, desde diferentes perspectivas. En el museo “Wilhem Ostwald”, en Großbothen, se guardan cerca de 800 cuadros de este importante químico. Los críticos de arte les atribuyen a sus obras una expresión y un estilo muy propio.

Sus intereses pictóricos lo llevaron a establecer una teoría del color y a explicar la naturaleza de los colorantes desde un punto de vista científico, ideas que se encuentran recogidas en su obra *Ciencia del color* (1923). Esta obra permitió acercar la ciencia al arte facilitando el manejo y clasificación de los colorantes, lo que despertó el interés de la industria textil y la industria de fabricación de pinturas. Pintores de la talla de Vasili Kandinsky y Paul Klee también se interesaron en su teoría sobre los colores y lo invitaron a dictar varias conferencias en Weimar, Alemania.

Indiscutiblemente Wilhelm Ostwald fue un brillante químico con intereses muy diversos.



Figura 9. Estatua de Ostwald en Riga

BIBLIOGRAFÍA

- Vega R. Historia de la Química, donde casualidad y método científico se encuentran. Ed. Felix Varela, 2012.
- Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Ostwald. Consultada 25/05/19
- Meyer Lothar. La Química y el Arte. Rev. Soc. Quim. Perú, 2003, 69. No 3 (163-181).
- Obras pictóricas de Wilhelm Ostwald: Scielo.org.mx

JCE 2019, el futuro de la ciencia cubana en manos de nuestros estudiantes



Juan Pablo Figueroa-Macías

La FEU en nuestra
comunidad



Estudiante de cuarto año de Licenciatura en Química, Facultad de Química, UH.
ipfigueroa@estudiantes.fq.uh.cu

Dedicada al 150 aniversario de la creación de la tabla periódica, al 2019 “Año Internacional de la Química”, al 100 aniversario de la IUPAC y a los profesores Francisco Coll Manchado y Raúl Oscar Mocoelo Castell, se celebró en la Facultad de Química de la Universidad de La Habana, los días 8 y 9 de mayo, la Jornada Científica Estudiantil (JCE) 2019. En el evento se contó con un total de 55 participantes que presentaron 84 trabajos en las 9 comisiones abiertas. Fueron premiadas 31 ponencias y se dieron, además, 7 grandes premios.

Contamos además con las conferencias magistrales de los profesores DrC. Luis Alberto Montero acerca de las modelaciones computacionales en el micromundo; Dr. Raúl Mocoelo sobre los compuestos organometálicos en la terapia contra el cáncer y el Dr. Rubén Álvarez que abordó acerca del emprendimiento en la universidad del siglo XXI y las experiencias de INCUBA-UH.HU como pioneros de las incubadoras de negocios en nuestro país.

Emotivos momentos fueron compartidos durante esos días, pues no hay nada más reconfortante que ver el futuro de la ciencia cubana en manos de nuestros estudiantes. Sin embargo, para que ese amor surja es necesario excelentes profesores como lo fue el Dr. Néstor Fernández, al cual se le rindió un merecido homenaje auspiciado por la profesora Dr. Ida Marianela González, su compañera de trabajo, que de manera única fue capaz de transmitir su ad-

miración hacia ese hombre, compañero y profesor de generaciones. Fue como sentirlo entre nosotros, una vez más.

Fue un evento especial pensado para los jóvenes investigadores de nuestros tiempos; destacando que gran parte de los participantes fueron de primer año. A decir de los profesores, fueron expuestos trabajos de una calidad que va en aumento y que cada vez son portadores de ingeniosas soluciones a problemas concretos de la sociedad; pues no puede existir desarrollo económico si no es vinculado a la innovación.

Un aspecto a destacar es el uso de los vocales como miembros de las comisiones de trabajo, los cuales aprendieron a evaluar los trabajos desarrollados por sus compañeros, emitiendo criterio y opinión acerca de los mismos; demostrando la formación no solo como investigadores sino además como futuros evaluadores. La JCE es el evento científico estudiantil de mayor importancia desarrollado en nuestra facultad. Es un espacio de intercambio sin igual, donde muchos presentamos por primera vez los resultados de investigación y enriquecemos nuestros conocimientos con los temas que se abordan. Sin embargo, continúa siendo un reto para el Comité Organizador lograr la participación masiva de los estudiantes.

Finalmente invitarlos a participar en la próxima edición de la JCE, un evento pensado para ustedes, en el cual esperamos una contribución mayor de estudiantes de otras facultades del país.

Tabla 1. Trabajos Premiados en la JCE 2019

Título del trabajo	Autor(es)	Categoría
Enseñanza de la Química		
<i>Periodic Trends: Una herramienta para el estudio de las propiedades periódicas.</i>	Daniel Platero Rochart	Relevante
Química Analítica y Medio Ambiente		
<i>Nuevas aroiltiureas para el desarrollo de sensores a iones Pb(II)</i>	Mónica González Quintela	Relevante
<i>Caracterización electroquímica de electrodos compuestos epoxy-grafito, para la determinación de Adenina y Guanina.</i>	Leodanis Correa Fajardo	Destacado
<i>Materiales naturales como soporte de moléculas orgánicas con aplicaciones medioambientales</i>	Franko Mérida Quesada	Mención
Química Orgánica		
<i>Diseño racional de inhibidores del tipo monosacárido-esteroide-[60]fullereno como potenciales inhibidores de la proteasa del VIH-1</i>	Reinier Lemos García	Relevante
<i>Síntesis de conjugados péptido-esteroide como posibles estimuladores de la defensa en plantas.</i>	Juan Pablo Figueroa Macías	Destacado
<i>Síntesis de un análogo funcionalizado de la α-galactosilceramida mediante la reacción multicomponente de Ugi y su evaluación in silico</i>	Yadiel Vázquez Mena	Destacado
<i>Aislamiento y caracterización espectroscópica de brasilina de la madera de <i>Caesalpinia bahamensis</i> subsp. <i>orientensis</i>. Actividad antibacteriana.</i>	Luis Alberto Osoria Alfonso	Mención
<i>Cribado Virtual y síntesis de nuevos híbridos tetrazol-tiadizín-2-tionas.</i>	Javier Emilio Alfonso Ramos	Mención
Revisión Bibliográfica		
<i>Diseño de un proyecto de investigación: síntesis de nuevos híbridos tetrazol-tiadiazín-2-tionas.</i>	Javier Emilio Alfonso Ramos	Relevante
<i>La resonancia magnética nuclear en la modelación de proteínas y péptidos.</i>	José Rafael Rodríguez Rodríguez	Relevante
<i>Reacción de Alder-eno: una nueva metodología para la macrociclación peptídica</i>	Waldo Salgado Bello	Destacado
<i>Trazando la ruta hacia el estudio teórico de la reacción 1,3 dipolar de hiluros de nitrilo y dipolaróficis</i>	Meylin Bocalandro Clavijo	Mención
<i>Un nuevo método para la obtención de nanopartículas de un electrolito sólido con estructura garnet</i>	Hansel Coto Oruña	Mención
<i>Síntesis de vacunas auto-adyuvantes mediados por linfocitos citolíticos naturales empleando oligosacáridos antigénicos</i>	Liván Borrego Camejo	Mención
Química Física		
<i>Descifrando la longevidad de las ratas topo</i>	Geancarlos Montero Delgado	Relevante
<i>Cronoterapia del cáncer: Transición Epitelial-Mesenquimal</i>	Dani Rodríguez Castellano	Destacado
<i>Análisis conformacional del péptido ALV090</i>	José Rafael Rodríguez Rodríguez	Mención

Biotecnología		
<i>Estrategias para la obtención de conjugados inmunogénicos ANTI-EGF</i>	Marilet Sigler Charchaval	Relevante
<i>Modificación química del factor de crecimiento epidérmico para la obtención de preparados liposomales contra el cáncer de pulmón</i>	Arianna Valdés Palacios	Destacado
<i>Síntesis de una inmunotoxina a partir del anticuerpo anti-CD20 y la mutante W111C de la Sticholisina I para el tratamiento del cáncer</i>	Marianniz Díaz	Mención
Química Inorgánica y Materiales		
<i>Síntesis y caracterización de microesferas de β-TCP/50S-vidrio activo como potencial sustituto óseo.</i>	Kenneth Fowler Berenguer	Relevante
<i>Síntesis y caracterización de sistemas nanométricos de Cu(I) como catalizadores en la cicloadición de Huisgen para la conjugación de macromoléculas.</i>	Lázara Julieth Bravo Martínez	Destacado
<i>Nanopartículas de óxido de gadolinio(III) conjugadas con derivados de amylovis con potencial uso en la detección precoz de Alzheimer.</i>	Gabriel Rafael Guerrero Porras	Mención
<i>Obtención por electrodeposición del cuaternario semiconductor $CuZnSnS_4$</i>	Brian Espinosa Acosta	Mención
Inglés		
<i>Multicomponent preparation, characterization and in silico analyzes of potential inhibitors of Pseudomonas aeruginosa quorum sensing receptor LasR.</i>	Marcos Rafael Conde González	Relevante
<i>In silico analyzes of substituents effect on the yield of Passerini reaction involving aromatic aldehyde</i>	Carlos Javier Hernández Sampedro	Destacado
Defensa y Economía vinculadas a la Química		
<i>La incubación de ideas: primer paso a la creación de una universidad emprendedora</i>	José Rafael Rodríguez Rodríguez Juan Pablo Figueroa Macías	Relevante
<i>Guerra Económica contra Cuba: el bloqueo</i>	Franko Mérida Quesada	Destacado
<i>Desarrollo científico-técnico de la química y su influencia en la economía cubana</i>	Gabriela Travieso Aguilar	Destacado
<i>La industria química en el contexto de la cuarta revolución científico-técnica</i>		Mención

Grandes Premios

- **Premio José Blanco Prieto:** Al trabajo de mayor impacto educativo, lo obtuvo Daniel Platero Rochart con su aplicación para PC “*Periodic Trends*” destinada al estudio de las propiedades periódicas de los elementos.
- **Premio Alzola:** Al trabajo de mayor trascendencia científica, se le otorgó a Reinier Lemos García por el diseño de inhibidores de proteasas del VIH-1, como posible terapia antiretroviral.

- **Premio Pereyra:** Al trabajo de mayor aplicación, se le otorgó a Yadiel Vázquez Mena por la síntesis de un análogo funcionalizado de la α -galactosilceramida y los estudios realizados *in silico*.
- **Premio Víctor Jiménez:** Al trabajo de mayor importancia biotecnológica, se le otorgó a Marilet Sigler Charchaval por la obtención de nuevos conjugados inmunogénicos con potencial aplicación en la optimización de la vacuna contra el cáncer de pulmón desarrollada por el CIM.

- **Premio de la Cátedra Lomonosov:** Al trabajo de mayor vinculación con la Química y la Física, se le otorgó a Geancarlos Montero Delgado, por el uso de sistemas de ecuaciones diferenciales en la modelación de la longevidad de las ratas topo.
- **Premio al joven investigador:** Al estudiante de primero o segundo año con una participación destacada, se le otorgó a José

Rafael Rodríguez Rodríguez, por su participación en el evento en tres comisiones diferentes, en las que alcanzó dos premios relevantes y una mención.

- **IMRE:** A uno de los trabajos desarrollados en el centro, se le otorgó a Brian Espinosa Acosta por el desarrollo de una tecnología que permite la obtención de CZTS, con potenciales aplicaciones en el desarrollo de celdas solares.



Estudiantes y profesores de la facultad en la actividad de clausura de la JCE 2019

Como un Radical Libre

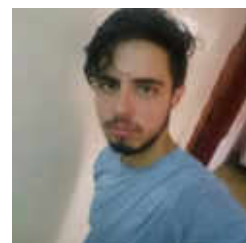
La FEU en nuestra
comunidad



Waldo Salgado Bello

Estudiante de 4^{to} Año
Facultad de Química. Universidad de La Habana

waldo.salgado@estudiantes.fq.uh.cu



En ocasiones las mejores ideas llegan en los momentos más comunes, cuando menos las esperamos. Y qué momento más anodino que durante un viaje en transporte público. Pues fue ahí cuando a uno de los estudiantes de la Facultad de Química le llegó la idea de fundar una revista. En un primer momento le pareció ilusorio, pero mientras más pensaba en ella, más real se volvía y más emoción lo inundaba. De ahí la génesis de lo que hoy se conoce como “*El Radical Libre*”, una revista científico estudiantil que nació con el objetivo de divulgar la ciencia y el acontecer noticioso de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana.

La revista es elaborada completamente por estudiantes que conjugan sus obligaciones docentes con un trabajo periódico a conciencia para brindar el mejor resultado a los lectores. Con dos números publicados, uno en febrero y otro en abril de 2019, “*El Radical Libre*” ha ido ganando adeptos tanto dentro como fuera de la Facultad, que la han celebrado por su contenido y diseño.



Números de “*El Radical Libre*” publicados en 2019

Esta posee una extensión fija de doce páginas compuestas de una amplia gama de secciones, capitaneadas por sus tres artículos principales: “La Entrevista” dedicada a conocer más a estudiantes relevantes, profesores y personas de interés en nuestro campo de estudio; “El Artículo Científico”, y “Sin filtro”, la sección más gustada por los lectores y la que más pasiones despierta, donde abordamos temas de candente actualidad que afectan de una manera u otra al estudiantado. Aún “*El Radical Libre*” está dando sus primeros pasos, pero la motivación por retomar las labores por parte de los estudiantes que conforman el equipo editorial, cuando comience el nuevo curso escolar, es máxima. Poco a poco la revista ha ido evolucionando, con un gran número de planes y mejoras por realizar. Esperamos que se convierta en una parte imprescindible de la Facultad, que perdure cuando sus fundadores ya no sean estudiantes y tengan que dejarla en manos más jóvenes.

Actualmente se distribuye por correo electrónico a toda la Facultad de Química de la Universidad de La Habana, además de que puede encontrarse en la intranet de la Facultad (http://10.6.3.26/quimica_intranet/node/393), pero si quiere recibirla, envíenos un correo a elradicallibrefq@gmail.com solicitándola y será adicionado a nuestra lista de distribución. También puede seguirnos en nuestra página en Facebook “*El Radical Libre*” para enterarse de las novedades y apoyar el proyecto.

Sobre el periodismo José Martí dijo: “*La prensa no es aprobación bondadosa o ira insultante, es proposición, estudio, examen y consejo*”; y bajo estas palabras se rige “*El Radical Libre*”, una revista de los estudiantes y para los estudiantes, comprometida con su opinión y dispuesta a siempre trabajar en su mejor interés.

Las Incubadoras de Ideas: primer paso a la Universidad Emprendedora

La FEU en nuestra
comunidad



**José Rafael Rodríguez-Rodríguez¹; Juan Pablo Figueroa-Macías²;
Dr. Yamilet Coll García³; Prof. Dr. Rubén Álvarez Brito⁴**

1. Estudiante de segundo año de Licenciatura en Química, Facultad de Química, UH.
2. Estudiante de cuarto año de Licenciatura en Química, Facultad de Química, UH.
3. Centro de Estudios de Productos Naturales, Facultad de Química, UH.
4. Académico de Mérito Titular, Cátedra UNESCO. Dpto. Química-Física, Facultad de Química, UH.

jpfigueroa@estudiantes.fq.uh.cu

El reto de incubar ideas

La sociedad actual ve en las actividades científicas un sector vital a la hora de alcanzar el desarrollo económico. La formación de profesionales de la ciencia, tanto a nivel nacional como global, es una de las prioridades en la carrera por mejores productos para ofertar en el mercado. Sin embargo, muchas veces no es suficiente el simple hecho de la investigación generadora de conocimientos si esta no es aplicada a la práctica materializándose como una propuesta de valor para la economía. Es por ello que el aislamiento de la ciencia con la tecnología y la innovación constituye un freno en la generación ideas novedosas y revolucionarias en la sociedad actual.

En muchas ocasiones el personal con el conocimiento científico no es capaz de atravesar las barreras que le pone el mundo del mercado, como son la falta de capital, la necesidad de marketing y publicidad y el diseño una propuesta de valor para su idea.

Dada estas problemáticas, a las cuales nuestro país no es ajeno, es preciso buscar soluciones rápidas y efectivas en el contexto de un desarrollo tecnológico creciente. He ahí una de las estrategias más populares en este tema: las Incubadoras de Negocios vinculadas a las universidades.

Incubadoras de Ideas en el desarrollo de nuevos negocios

El proceso emprendedor es crucial para el desarrollo tanto económico como social. Según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) del total de empresas, un 95% de ellas son pequeñas y medianas, las cuales generan alrededor de un 65% de los empleos. Esto trae consigo que sea interés tanto del sector académico como de la administración económica, la creación de nuevos negocios donde la innovación juega un papel fundamental, impulsando el desarrollo económico de la sociedad.

Frecuentemente, este proceso emprendedor puede parecer caótico y complejo; muchos de los intentos en la creación de una empresa fracasan. Es debido a esta necesidad que surgen las incubadoras de ideas, las cuales, como su nombre lo indica, ayudan a que empresas con ideas prometedoras logren una estructura auto-sustentable, apoyando el negocio en todas las etapas: desde la pre-incubación hasta la post-incubación logrando así una ventaja en el desarrollo y formación de las mismas.

Desde los años 80 del pasado siglo las incubadoras de ideas comenzaron a llamar la atención de los economistas, aunque todavía en aquel entonces, el hecho de pagar por ase-

soramiento empresarial no era bien percibido. No obstante, con la evolución de las incubadoras estas comenzaron a proveer tanto servicios tangibles (instalaciones físicas o equipos de oficina) como intangibles (asesoría en mercadotecnia y finanzas para el desarrollo de planes de negocios).¹

El proceso comienza en la etapa de pre-incubación donde una persona o un equipo de trabajo, con actitud emprendedora, desarrolla su plan de negocios. Luego, durante la incubación, se comienza a trabajar en el desarrollo de este proyecto a una pequeña escala hasta llegar a la post-incubación, que viene enfocada en las estrategias de consolidación del negocio, donde ya se reportan diferentes estudios sobre el éxito de estas estructuras en el mercado. Ahora, es válida la pregunta: ¿de dónde salen las ideas?

La Universidad Emprendedora: del conocimiento a la empresa

Las universidades fueron concebidas en sus inicios como instituciones netamente docentes. En ellas los estudiantes era doctrinados en el conocimiento, pero no era hasta que se graduaban que ejercían lo aprendido. Es por eso que en el siglo XIX ocurre la primera Revolución Universitaria (no confundir con la Reforma Universitaria) en la cual las universidades fueron vinculadas a la investigación.

Durante ese proceso las universidades se transformaron en espacios donde la generación de conocimiento fue un eje principal, reuniendo a los principales académicos y desarrollando todo tipo de proyectos. En esta etapa la universidad se convierte en un verdadero paraíso para la investigación, pero ¿de dónde viene el presupuesto que sustenta todo este trabajo? Pues en estos centros el Estado era el máximo benefactor, encargado de financiar lo que en materia de ciencia se hacía. Pero como era de esperar, a medida que avanzaba el mundo de la ciencia, los precios de los equipos para el trabajo investigativo crecían cada vez más, lo que trajo consigo que aquel

“Estado Benefactor” no pudiese suplir todas las necesidades de la misma, imponiéndose nuevos cambios.

Es a mediados del siglo pasado que surge la idea de una Universidad Emprendedora. Debido al impacto que tenían los descubrimientos que se realizaban en las universidades y la prometedora capacidad de estas como centros generadores de conocimiento, surge la necesidad de no solo crear el mismo, sino también ponerlo en práctica; convertir los saberes generados en cada uno de nuestros centros en nuevos productos y tecnologías que tuvieran como fase final un producto de mercado.

Entran entonces las incubadoras de negocios a las universidades, abriendo así oportunidades de emprendimiento a un sector social altamente cualificado. Además de proveer a los profesionales del capital y el asesoramiento necesario para desarrollar una propuesta de valor como habíamos mencionado anteriormente, también generan competencia dentro de nuestros centros universitarios, lo que estimula el desarrollo de las nuevas ideas.²⁻⁴

INCUBA como solución local al problema de la innovación⁵

Nuestro país realiza un arduo trabajo en el desarrollo, no solo científico, sino también tecnológico. La Universidad de La Habana es uno de los centros del país donde existe un mayor auge en el proceso de investigación. En este centro de altos estudios se estudian varias carreras que presentan un amplio perfil científico-investigativo, entre las que destacan las licenciaturas en diferentes ramas del conocimiento: Matemática, Química, Física, Biología y Ciencias Farmacéuticas por solo citar algunos ejemplos.

Por ello surge INCUBA.UH-HU en cooperación con la Universidad de Humboldt en Berlín, la cual tiene como objetivo, no solo apoyar en el desarrollo de nuevas empresas, sino también brindar contactos con otras industrias ya consolidadas (alemanas o euro-

peas) en sentido general, ayudando a los emprendedores de nuestro país, que debido al aislamiento que ocasiona el bloqueo a nuestro pueblo, ven muchas veces el momento de aplicar sus descubrimientos como un sueño imposible.

Este programa cuenta ya con 5 rondas de experiencia desde su fundación en 2015. Formado por un equipo de economistas, diseñadores y comunicadores, imparten conferencias y talleres a aquellos proyectos que son seleccionados de todos los que se presentan. Este proceso de incubación concluye con el *Demo Day* donde se escoge el trabajo más prometedor para el público invitado (mentores y patrocinadores fundamentalmente) para luego pasar a la etapa de post-incubación, donde se le da seguimiento a los proyectos que se presentaron.

La Facultad de Química cuenta con varios grupos de investigación que han participado en 4 de las rondas con las que cuenta INCUBA.

Entre los relevantes se encuentran TiSmart y NatZeng, dos proyectos ganadores de INCUBA: el primero un apósito inteligente en la cicatrización de heridas y el segundo una consultoría que brinda asesoría a cualquier industria interesada en el campo de las zeolitas, donde los investigadores del Instituto de Materiales y Reactivos (IMRE) cuentan ya con una marcada experiencia.



Juan Pablo Figueroa Macías (izquierda) y José Rafael Rodríguez-Rodríguez (derecha), estudiantes de la Facultad de Química que participan en proyectos de INCUBA.UH-HU

En esta última ronda, el Centro de Estudios de Productos Naturales participó con el proyecto MAXIBRAS, un bioestimulante de liberación controlada, basado en la experiencia que ya poseen desde el BIOBRAS-16[®]. Sin duda, todos concuerdan que INCUBA.UH-HU es toda una escuela cuando de emprender se trata, pues rompe con los paradigmas que separan el conocimiento de la práctica y pone en función de la sociedad el conocimiento científico. Desde esta quinta ronda nuestra Incubadora Universitaria ha abierto sus brazos, aceptando participantes de fuera de los muros de nuestra Alma Máter. Es por eso que, si tienes una idea emprendedora y quieres materializarla, no dudes en aprovechar esta herramienta que trabaja en función de la innovación tecnológica y el emprendimiento.



Estudiantes y profesores de la Facultad de Química participando en la V ronda de INCUBA.UH-HU

REFERENCIAS

1. Gómez, L. Evaluación Del Impacto De Las Incubadoras De Empresas: Estudios Realizados. Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia, 2002.
2. <https://www.rector.ulpgc.es/la-universidad-del-siglo-xxi-universidad-empresarial>.
3. Isenberg, D., Como iniciar una revolución empresarial. *Harvard Business Review* **2010**.
4. Guerra-Triviño, *Revista Universidad y Sociedad* **2015**, 7 (2), 110-114.

Carlos J. Hernández Sampedro

Departamento de Química Física
Facultad de Química. Universidad de La Habana

cjhernandez@estudiantes.fq.uh.cu



El XII Simposio de Diseño Molecular y Bioinformática (SEADIM) se desarrolló entre los días 26 y 28 de junio del presente año y la temática principal abordada en esta edición fue la Dinámica Molecular. El tan esperado evento tuvo lugar dentro de la I Convención Científica Internacional de Ciencia, Tecnología y Sociedad “UCLV 2019”, celebrada en el Cayo Santamaría y, a diferencia de ediciones anteriores, el SEADIM XII solo se desarrolló en esta locación y no hubo una primera etapa en la capital.

Con un total de 39 participantes (7 extranjeros y 32 cubanos), esta edición contó con conferencias de la más alta calidad y versatilidad de profesores e investigadores de prestigiosas universidades extranjeras como la Université Paris-Sud, la Université de Lorraine, la Universidade de Coimbra y la Universidad Autónoma de Madrid, entre otras. Uno de los aspectos más valiosos de estas conferencias fueron los dinámicos debates que se dieron entre los presentes al culminar cada una de estas.

La apertura del evento tuvo lugar en la noche del día 26. El día 27 en la tarde comenzó la primera sesión de conferencias, que se extendieron a la mañana y tarde del 28,

sumando un total de 7 conferencias impartidas por profesores extranjeros.

En la noche de los días 27 y 28 tuvieron lugar las sesiones de pósteres, en las cuales participaron investigadores y estudiantes de centros como la Universidad de La Habana (UH), la Universidad Central de las Villas (UCLV), el Centro de Inmunología Molecular (CIM) y el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB). Fue notable la participación de estudiantes de pregrado, la mayoría de estos procedentes de las Facultades de Química y Biología y del INSTEC, cumpliéndose así con una de las expectativas del SEADIM XII, pues se pretendía fomentar la participación de jóvenes cubanos y extranjeros como relevo de la ciencia moderna que se desarrolla a nivel mundial.

Finalmente, se le dio conclusión al evento en la noche del día 28, donde se premiaron los mejores pósteres en tres categorías diferentes: aplicaciones de métodos clásicos, desarrollo de métodos, y aplicaciones de métodos cuánticos. Los premiados fueron, respectivamente por categoría, la MsC. Ania de la Nuez Veulens, de la Facultad de Biología y los Lic. Roy González Alemán y Carlos J. Hernández Sampedro, ambos de la Facultad de Química.



Algunos momentos del SEADIM XII

En este espacio, se puso punto final al evento con un brindis de despedida y con un reconocimiento al buen trabajo del comité organizador del evento, liderado en esta edición por la Dra. Yoanna Álvarez Ginarte, perteneciente al Laboratorio de Química Computacional y Teórica de la Facultad de Química.

Esta noticia no puede culminar sin una invitación al SEADIM XIII, cuya temática principal será “Inteligencia Artificial” y tendrá lugar en nuestro país en el año 2021.



Participantes en el SEADIM XII, Hotel Grand Memories Cayo Santamaría

Estudiantes suizos de química nos visitan



Noticias

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

Parte en inglés, parte en español, con acento francés y con muchas ganas de entendernos transcurrió el encuentro entre miembros de la Sociedad Cubana de Química (SCQ) y estudiantes suizos pertenecientes a la Asociación Baramine, subcomisión de la Asociación de Estudiantes de Química e Ingeniería Química del Instituto Politécnico de Lausana.

El objetivo de esta visita a la Universidad de La Habana, que se llevó a cabo el día 9 de julio, era conocer las investigaciones químicas que se realizan en nuestra institución, visitar las instalaciones docentes, laboratorios o unidades de investigación desde una perspectiva pedagógica.

Los 16 estudiantes, acompañados por el profesor Dr. Christopher Roussel, fueron recibidos por el Dr. Dionisio Zaldívar Silva en su doble condición de Vicerrector primero de la UH y presidente de la SCQ. El Dr. Zaldívar les informó acerca de las disímiles actividades que realiza la Sociedad para apoyar el intercambio científico mediante la organización de congresos, simposios o eventos que se organizan; promover el interés y la divulgación de la Química a través de las ferias, las puertas abiertas, y las olimpiadas, entre otras actividades; así como estimular a los estudiantes e investigadores con premios u otros estímulos.

Después de una visita virtual a la Universidad seguida de una rápida visita real, atravesando el campus universitario, los estudiantes recibieron la bienvenida a la Facultad de Química por parte del Decano Dr.

Armando Paneque. Allí conocieron algunos datos acerca del desarrollo de la Química en Cuba, los principales resultados científicos de la Facultad en los últimos años, así como las principales líneas y proyectos de investigación que se están llevando a cabo en la actualidad.



Estudiantes y profesores de la Facultad de Química intercambiando con los visitantes suizos.

Los estudiantes suizos, acompañados por un pequeño grupo de estudiantes y jóvenes profesores, visitaron los laboratorios docentes de la Facultad, el Centro de Productos Naturales, el laboratorio Luces del IMRE y el Centro de Biomateriales. La afabilidad de los visitantes unida a la hospitalidad de nuestros estudiantes y las buenas relaciones que se establecieron durante la visita, hizo que el encuentro, espontáneamente, saliera de los muros universitarios y se trasladara hacia la Habana Vieja, el malecón habanero, y la Fábrica de Arte.

Rebeca Vega Miche

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



El próximo 17 de noviembre, La Habana cumplirá 500 años de fundada, y qué mejor homenaje al aniversario de la Ciudad que dedicarle la graduación de 39 nuevos Licenciados en Química. También el acto celebrado el pasado 12 de julio, se dedicó al 150 aniversario de la Constitución de Guáimaro.

El acto de graduación de la Facultad de Química, tuvo como escenario el Aula Magna de la Universidad de La Habana, y estuvo presidido por el Dr. Dionisio Zaldívar Silva, Vicerrector Primero de la UH y Presidente de la Sociedad Cubana de Química, acompañado por los doctores Armando Paneque Quevedo, Decano de la Facultad; Loreley Morejón Alonso y Juan José Piña Leyte-Vidal, vicedecanos; y por el presidente de la FEU de la Facultad, Fernando Bordallo León.



Miembros de la presidencia

El pase de lista simbólico de los mártires universitarios fue realizado por el graduado Marcos Muñoz Arias, destacado de la Facultad en la esfera de trabajo y defensa. Con posterioridad hizo uso de la palabra a nombre de todos los egresados, el ahora licenciado en Química, Álvaro Lagar Sosa, destacado más

integral de la carrera y de toda la Universidad, título de oro, diploma al Mérito Científico y estudiante más destacado en la esfera de deporte y en la residencia estudiantil, quien culminó sus estudios con un índice académico de 4,95 puntos.



Álvaro Lagar (arriba) y Yadiel Vázquez (debajo), graduados respectivamente como **el más integral y el más destacado en docencia, tanto de la Facultad de Química como de la Universidad de La Habana.**

Recibieron merecidamente sus diplomas acreditativos como destacados en diferentes esferas de la vida universitaria los otros estudiantes: Yadiel Vázquez Mena, integral más destacado en docencia de la Facultad y de

la Universidad; Reinier Lemos García, como alumno ayudante; Lázaro Adrián González Fernández en investigaciones; Marcos Muñoz Arias, en trabajo-defensa; Víctor Manuel León Ortega en la esfera de cultura, y Álvaro Lagar como más destacado integralmente y más destacado en deporte y residencia estudiantil.



Más destacados por esferas. De izquierda a derecha: Víctor León, Reinier Lemus, Marcos Muñoz, Lázaro Adrián González, Yadiel Vázquez y Álvaro Lagar.

Durante el acto también fueron entregados los premios al Mérito Científico que otorga la Rectora de la Universidad de La Habana a los graduados que se han destacado durante sus estudios en la investigación científica, publicaciones y en exámenes de premio.



Premios al Mérito Científico. De izquierda a derecha: Marcos Muñoz, Mirelys Sáenz, Álvaro Lagar, Lázaro Adrián González, Yadiel Vázquez, Álvaro Lagar y Reinier Lemos.

Los Títulos de Oro que se entregan a estudiantes que han culminado sus estudios con índice académico superior a 4,75 y logrando además calificación de excelente en la defensa de su trabajo de diploma fueron también entregados en el transcurso de la graduación.



Títulos de Oro. De izquierda a derecha: Lázaro Adrián González, Marianniz Díaz, Lauren María Quintero, Arianna Valdés, Álvaro Lagar, Yadiel Vázquez y Reinier Lemos.

El Doctor en Ciencias Químicas Luis Javier González, egresado de la Facultad y graduado más integral en el año 1999, y actualmente investigador titular, académico y jefe de departamento de sistemas en el CIGB se dirigió a los graduados con emotivas palabras recordándoles que: “*el verdadero científico nunca deja de estudiar...*” (Discurso completo, Págs. 87-90)

Los recién licenciados en Química se incorporarán a la profesión como adiestrados en diferentes centros de investigación, de la producción y los servicios de nuestro país, para hacer realidad las palabras de Álvaro Lagar a sus compañeros: “*Cuando termina la universidad es que realmente comienza la vida*”.

Encuentro con la Química felicita a los nuevos químicos y les desea éxitos en su vida profesional asegurándoles que la Facultad de Química mantendrá sus puertas abiertas y acogerá a todos los que deseen continuar su superación académica tanto en la maestría como en el doctorado.



Graduados de Licenciatura en Química. Curso 2018-2019

Fotos: www.uh.cu/noticias y asistentes a la graduación

Palabras del Dr. Luis Javier González a los graduados de química en el curso 2018-2019

Noticias

Colaboración: Rebeca Vega Miche

vega@fq.uh.cu

Luis Javier González fue el graduado más integral de la Facultad de Química y de la Universidad de La Habana en 1990. Es Doctor en Ciencias Químicas, Investigador Titular, Académico, y Jefe del Departamento de Sistemas del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, y miembro del Tribunal Nacional de Grados Científicos. Ha sido tutor de más de 5 tesis doctorales, ha publicado más de 100 artículos, 7 patentes y realizado múltiples presentaciones en eventos científicos nacionales e internacionales. Por sus destacados resultados científicos obtuvo el premio de la Academia Mundial de las Ciencias al investigador joven en el área de las Ciencias Químicas, ha recibido 7 premios de la ACC y ostenta la orden Carlos J Finlay.



Dr. Luis Javier González en el Aula Magna de la Universidad de la Habana durante el acto de graduación

Buenos días graduados del curso 2018-2019,
Estimados padres, familiares y amigos,
Mis queridos profesores,

Hace una semana aproximadamente el Decano de la Facultad de Química me solicitó que viniese a hablarles a ustedes en este acto de graduación. Realmente, no pude negarme a tal petición pues el Decano y yo nos

conocimos cuando éramos estudiantes de nuestra querida Facultad y batallamos por ella juntos en diversas esferas.

En fin, aunque acepté, verdaderamente no estaba consciente, en toda su magnitud del reto que estaba asumiendo. No es fácil hablarles a ustedes en esta coyuntura... quizás porque uno quisiera estar a la altura de un día tan significativo y sin embargo mi oratoria no es cautivadora y las letras verdaderamente nunca fueron mi fuerte.

Finalmente me decidí porque también fui joven y disfrutaba hablar con las personas de más experiencia y oír sus puntos de vista. Entonces pensé que quizás compartir algunas de mis modestas experiencias después de graduado, pudieran ser útiles a los demás, sin compromiso alguno de si son o no tomadas en consideración. Por otra parte, también creo infinitamente en la juventud, en su empuje, su energía, su valentía y porque verdaderamente no hay obra grande que se pueda hacer sin el concurso de sus esfuerzos.

Hace apenas dos años subí por primera vez al Pico Turquino y cuando estábamos a más de 1900 metros de altura (como dice la canción de Berazaín) vinieron las fotos obligadas para rendirle tributo al más grande y genuino de los cubanos, y por supuesto

también para dejar constancia del esfuerzo realizado. Era un grupo numeroso, hubo una foto colectiva, y después vinieron las fotos de los distintos grupos de excursionismo, vinieron las fotos de amigos, de los integrantes de las facultades de la UH. Por supuesto, enseguida empezaron las Facultades de Derecho, Economía, etc., esas facultades grandes (están en todas partes), y de pronto para mi asombro alguien dice... y ahora los químicos, ...enseguida me paré como un resorte y fui corriendo para el lugar preciso con el propósito de formar parte de la histórica foto como correspondía en esas circunstancias. Enseguida los jóvenes estudiantes de química que posaban para la foto, me miraron de reojo, cuchichearon entre sí y era tanta su curiosidad que surgió de manera espontánea la pregunta obvia,...y usted en qué año se graduó de la Facultad de Química. Cuando le dije que en 1990 rompieron las carcajadas yo también aproveché y me reí.

De corazón les digo que mi orgullo por haber sido graduado de esta facultad es tan grande como el que puedan estar sintiendo ustedes ahora, y con el decursar del tiempo se ha incrementado cuando veo a los profesores que nos han formado en su noble y consagrada tarea de educar y formar las nuevas generaciones de científicos. Muchos de los profesores que a ustedes le impartieron clases también fueron mis profesores y hoy después de 29 años les sigo diciendo profesor a cada uno de ellos. También disfrute mucho participar en los Caribes, defender la facultad, arrebatarle algunas medallas a esas facultades que nos duplican/triplican en número y decirle que eran grandes por gusto cuando les ganábamos y cuando nos ganaban ellos decir bueno esto es una injusticia...es que ellos son muchos! Casi que teníamos que clonarnos para poder hacer todo lo que se necesitaba, no teníamos el don de la ubicuidad, pero había que salir de un lugar y ya estar en el otro y

hacer de todo, lo mismo en el teatro, que en el coro, que jugando football, volleyball, etc.

En mí hoy confluyen muchos de los sentimientos que comparto con los presentes en esta Aula Magna. Por una parte, cuando me gradué tenía 22 años y también estuve en este mismo podio hablando en nombre de los graduados de mi año, agradeciéndole a esta inmensa casa de estudios por acogernos, y formarnos durante cinco largos años. Recuerdo con claridad a todos los compañeros y compañeras de mi graduación, los abrazos, la satisfacción de haber cumplido una etapa tan importante en nuestras vidas. En esta etapa de la vida surgieron mis mejores amigos y les aseguro que para ustedes también será inolvidable.

En estos dos últimos años también vine dos veces a esta Aula Magna pues aquí también se graduaron mis dos hijas, una microbióloga y otra química. El orgullo inmenso que sentía y mi felicidad era muy difícil de ocultar. Es decir como padre sentí algo muy parecido a lo que sus padres y familiares están sintiendo en el día de hoy al observarlos a ustedes y difícilmente existan palabras para describirlo con precisión. Estoy seguro que en algún momento de sus vidas también pasaran por esta experiencia.

También hoy comparto el sano orgullo de mis profesores pues este año se graduaron mis dos estudiantes de bioquímica y mi estudiante de doctorado también defendió de manera exitosa. Entonces hoy también festejo junto a ustedes profesores, pues puse mi modesto granito de arena formando nuevas generaciones aun cuando no fueron químicos ninguno de los que formé.

Ustedes algún día tendrán el nuevo rol de formar a otras generaciones y entonces empezaran a darse cuenta que han madurado como profesionales pues transmitir conocimientos y sobre todo educar es todo un arte dominado con maestría por estos profesores que hoy nos observan con orgullo. Recuerden como lo hacían ellos y

propónganse hacerlo de la misma manera o mejor. Entenderán algún día que enseñando también se aprende.

Algunos de ustedes seguirán trabajando en la misma línea de investigación en la que hicieron su tesis de grado, harán su maestría y su doctorado y ¡qué bueno! Otros empezarán a trabajar en un tema diferente al de su tesis de grado pero eso es bienvenido también, después verán que la Universidad es la gran escuela que te enseña a pensar, a organizarte, a estudiar de manera independiente, en fin te ha preparado para iniciar un largo camino en el que podrás llegar más lejos en la misma medida que seas capaz de auto exigerte de manera incansable. El científico verdadero nunca deja de estudiar, ni cesa de intentar superarse así mismo.

Cuando se participa en los eventos científicos se ven excelentes resultados presentados a veces en escasos 15-20 minutos y uno se pregunta cómo fue posible, verdaderamente parecen investigadores tocados por la gracia divina. La ciencia, el camino que ustedes eligieron como modo de vida, no es fácil, muchas veces ingrato, no siempre el esfuerzo se premia con un resultado, pero si uno no se esfuerza difícilmente salga el resultado deseado.

La ciencia es muy competitiva, los resultados negativos son los que más abundan y estos, rara vez se muestran en las presentaciones. Los resultados negativos deberían ser bienvenidos pues son esenciales para aprender y corregir el rumbo, desatar la creatividad, lanzar nuevas hipótesis audaces y en eso los jóvenes están llamados a ser jugar un rol muy importante. La perseverancia es importante para llegar a tener éxito.

Muchos de ustedes se vieron involucrados en su trabajo de tesis en resolver un problema concreto y se concentraron para terminar con éxito ese ejercicio. Estamos aquí porque ustedes también fueron capaces de vencer esta barrera de manera inobjetable. Sin embargo, en un futuro trabajarán en problemas más

complejos y entonces es muy importante el trabajo en equipo, casi siempre en equipos multidisciplinarios. Es importante saber oír otros puntos de vista y respetarlos, juzgarlos objetivamente y sobre todo tratar de entender el lenguaje y apreciar la contribución de otras disciplinas.

Nuestro país con muy limitados recursos no puede darse el lujo que entre nosotros los científicos existan divisiones o búsqueda de méritos personales a toda costa. No sería admisible que no seamos capaces de ayudarnos y no busquemos la complementariedad. Esta es la única manera de alcanzar de manera más rápida y segura el éxito.

Algunos de ustedes enfocaran sus esfuerzos y empezarán a trabajar en líneas teóricas o quizás más básicas de investigación, otros en cambio asumirán investigaciones más aplicadas. Algunos trabajaran para la Academia otros para la Industria. Nunca caigan en la discusión estéril de qué es lo mejor o dónde es mejor trabajar, ambas son necesarias para el avance de la ciencia y el país. Nuestro país está llamado a obtener de la ciencia resultados tangibles con impacto social y económico, y eso solo se puede lograr con una mejor organización y apoyo, pero lo que sí no puede faltar es el talento y esfuerzo de los jóvenes para lograrlo.

Las contradicciones entre las generaciones también pueden existir en el ámbito científico y eso es saludable siempre que prime el respeto y la objetividad. Recuerden que muchos de ellos, las generaciones que lo preceden poseen más juventud acumulada, ya han transitado caminos que ustedes deben descubrir y oírlos a ellos es muy importante. Sin embargo, eso no quita que defiendan sus puntos de vista con valentía, a fin de cuenta la experimentación siempre dirá la última palabra.

Nútranse de lo mejor de la ciencia universal en todos los campos principalmente

en la química. Esto se puede lograr de muchas maneras. El reto está en apropiarse de los conocimientos y aplicarlos de manera creativa en el contexto del país que los vio crecer. Con inteligencia y compromiso esto se puede lograr.

Bajen por esa escalinata que algún día los vio subir y recuerden que tanto sus profesores de la Facultad de Química como el Alma Mater tendrán siempre los brazos abiertos para recibirlos. Solo quería decirles para terminar que sean útiles, y vivan con humildad la grandeza de los profesores que los formaron pero digan en cualquier lugar que se encuentren, llenos de orgullo, que todos ustedes son graduados de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana y sobre todo honren este mérito al ser mejores seres humanos y científicos.

Les deseo muchos éxitos en su vida futura. Un abrazo a todos y ¡muchas felicidades!



Por: **Dra. Rebeca Vega Miche**
vega@fq.uh.cu

Próximamente, entre el 23 y 27 de septiembre de 2019, se celebrará en La Habana el XXXVIII Simposio de Instrumentos Científicos. Su organización corre a cargo de la Universidad de La Habana, la Sociedad Cubana de Química, la Sociedad Cubana de Física y la Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana, y tendrá como sede el Centro de Convenciones de la UH e instituciones científicas y museos en La Habana Vieja.

Esta conferencia es promovida por la Comisión de Instrumentos Científicos (SIC), una de los varios grupos pertenecientes a Unión de Historia y Filosofía de las Ciencia y la Tecnología (IUHPST). Se celebra anualmente en diferentes ciudades del mundo, usualmente en lugares donde radican importantes colecciones de instrumentos científicos o centros de investigaciones o enseñanza de las ciencias.

Precisamente, la Comisión de Instrumentos Científicos (SIC) tiene como objetivo promover la investigación de la historia de los instrumentos científicos, así como la preservación y documentación de las colecciones de instrumentos y su uso como parte de la disciplina de historia de la ciencia.

En esta oportunidad el simposio tendrá como tema central **Instrumentos en la encrucijada**. La invención, la construcción y el uso de instrumentos científicos a menudo se ven fuertemente afectados por condiciones externas que dependen del período de tiempo y la ubicación geográfica. El clima, por ejemplo, puede influir en la elección, el uso y la vida no

solo de los instrumentos meteorológicos, sino también de todo tipo de instrumentos: piense en ubicaciones polares, tropicales o ecuatoriales. Los cambios en la economía, la política o el desarrollo agrícola e industrial local (o global) también pueden moldear el diseño y la fabricación de los instrumentos; piense en la interrupción creada por los tranvías eléctricos que pasan cerca de los laboratorios de física urbana. Podríamos preguntarnos cómo esas encrucijadas pueden traer a los instrumentos obsolescencia, innovación o reconfiguración; ¿Cómo se adaptan, reconfiguran o crean los instrumentos científicos en respuesta a las circunstancias externas cambiantes?

El simposio ofrecerá por tanto una ocasión excepcional para que los investigadores cubanos muestren el patrimonio científico tecnológico, conservado en muchas de nuestras instituciones, relaten su historia singular y se tracen estrategias para su preservación; a la vez que conozcan lo que internacionalmente se ha hecho y se hace para la restauración, protección y divulgación del instrumental de la ciencia.

La Habana tiene importantes colecciones de instrumentos científicos que mostrar a los participantes en el evento. Vale mencionar la colección de instrumentos médicos en la Academia de Ciencia, la farmacia histórica Sarrá en La Habana Vieja, la colección de instrumentos para la enseñanza de la Física en el Instituto Pre Universitario de La Habana, y los instrumentos de los observatorios astronómicos del antiguo Colegio de Belén y

de la Universidad de La Habana, entre otras. Estos instrumentos pueden narrar la historia del desarrollo científico y de la enseñanza de la ciencia en nuestro país.

La celebración en la UH de este XXXVIII de la SIC constituirá un llamado de atención a los químicos cubanos acerca de la necesidad de preservar y contar nuestra historia a través de la conservación de laboratorios, mobiliario, instrumentos, vidriería y equipos, documentos, fotos, que guarden relación con la memoria del desarrollo de la Química en Cuba.



Figuras de algunos de los instrumentos del observatorio astronómico de la UH¹

¹ Figuras tomadas del libro El patrimonio cultural de la Universidad de La Habana. Ed. UH. 2014

Identificando disoluciones



Entretencimientos

Lic. Dayana Alonso Palacio; Lic. Ernesto Raúl López Rodríguez

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

ernesto.lopez@fq.uh.cu; dayana.alonso@fq.uh.cu

En la pasada edición del Festival de la Ciencia de la Universidad de la Habana, el colectivo de estudiantes de la Facultad de Química preparó 5 soluciones de vistosos colores para impresionar a los invitados.

Te invitamos a identificar los compuestos con los que se prepararon estas soluciones.



- 1-Disolución roja
- 2-Disolución azul
- 3-Disolución morada
- 4-Disolución amarilla
- 5-Disolución verde

- A- NiCl_2
- B- FeCl_3
- C- CuSO_4
- D- Fenolftaleína en medio básico
- E- $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{NCS})_6]$

RESPUESTA

1-E, 2-C, 3-D, 4-B, 5-A.

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, **García**¹) 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.

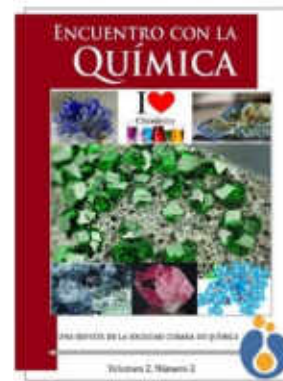
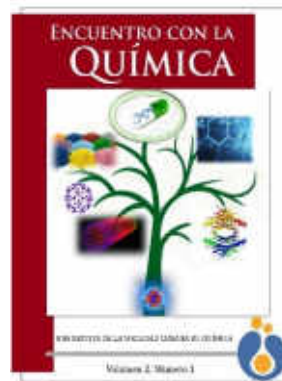
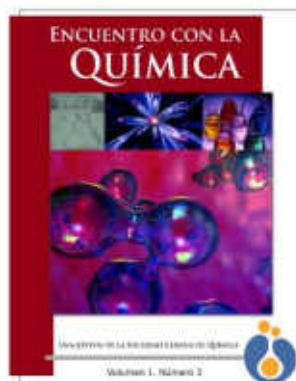
2.-V. Polshettiwar, R. S. Varma, *Chem. Soc. Rev.* **2008**, 37, 1546–1557.

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 ciriarte@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.

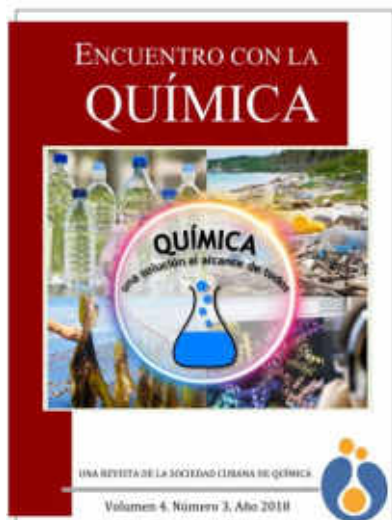
Su distribución es gratuita y su frecuencia es cuatrimestral.

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

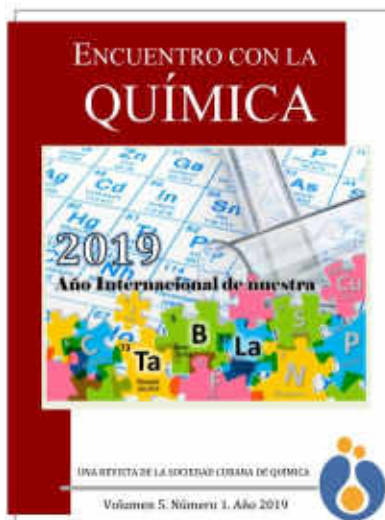
<http://karin.fq.uh.cu/~dhernandez/Revista-SCQ/>

Últimos números

Volumen 4 Número 3
Septiembre – Diciembre, 2018



Volumen 5 Número 1
Enero – Abril, 2019



Volumen 5 Número 2
Mayo – Agosto, 2019

