

ENCUENTRO CON LA QUÍMICA



UNA REVISTA DE LA SOCIEDAD CUBANA DE QUÍMICA

Volumen 3. Número 2. Año 2017



Encuentro con la Química

Volumen 3 - Número 2

Mayo-Agosto 2017

PORTADA



Elaborada por:



Leonardo González
Ceballos

GRUPO EDITORIAL

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

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

Composición y producción:
Lic. Leonardo González
Ceballos
leo@fq.uh.cu

Lic. Carlos Manuel Alba
Ramos
charlie@fq.uh.cu

Editorial.....	1
55 Aniversario de la carrera de Química	
<i>Carta del Decano de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana convocando a la Jornada por el 55 Aniversario de la carrera de Química</i>	
Dionisio Zaldívar Silva.....	2
<i>La carrera de Química, Una síntesis de sus 55 años</i>	
Rebeca Vega Miche.....	3
<i>Acreditación de la Carrera de Química en Cuba durante el periodo 2004 al 2016.</i>	
Roberto de Armas Urquiza.....	8
<i>Protagonistas Anónimos de los 55 años de la Carrera de Química</i>	
Rebeca Vega Miche.....	14
<i>Algunas actividades realizadas por el 55 Aniversario de la carrera de Química</i>	
Rebeca Vega Miche.....	18
Ciencia y Sociedad	
<i>Crisis Civilizatoria y Desafíos a la Ciencia</i>	
Jorge Núñez Jover.....	21
Investigación Química	
<i>Mejoras tecnológicas en la industria cubana del Níquel y el Cobalto. Impacto ambiental</i>	
Alberto Hernández Flores.....	24
<i>Síntesis de la Estrícina: Enseñanzas de una molécula</i>	
Alfredo Rodríguez Puentes.....	29
Enseñanza de la Química	
<i>Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 7: La publicación de los resultados científicos</i>	
Manuel Álvarez Prieto.....	33
Historia de la Química	
<i>Historia de la Estadística. Breve apuntes del quién, cuándo, cómo, dónde y por qué</i>	
Gastón Fuentes Estévez.....	42
<i>La Mecánica Cuántica visita la Universidad de La Habana de la mano de Linus Pauling</i>	
Rebeca Vega Miche.....	51
<i>Químicos del siglo XIX que influyeron en el desarrollo de la Química Orgánica</i>	
Margarita Suarez Navarro.....	53
Noticias.....	57
Tributo.....	59
Normas de publicación de la revista Encuentro con la Química.....	60

Editorial



Bienvenidos al segundo número de la revista *Encuentro con la Química* correspondiente al año 2017. Esta publicación electrónica se nutre con el entusiasmo y la colaboración de químicos que colaboran con sus aportaciones en forma de artículos, comentarios y sugerencias.

En esta edición estamos conmemorando el 55 Aniversario de la carrera de Química, la cual se creó en 1962, cuando en nuestro país se proclamó la ley de la Reforma Universitaria con el objetivo de transformar la educación superior cubana para ponerla al servicio de las necesidades del país. A partir de ese momento la carrera de Química se estableció en la Universidad de La Habana, la Universidad Central de Las Villas Marta Abreu y la Universidad de Oriente, lo que dio comienzo a un importante desarrollo de la Química en Cuba, a través de la formación de profesionales tanto en pre como en postgrado.

Relacionado con esta conmemoración reproducimos la carta del Decano de la Facultad de Química donde convoca a las distintas actividades que se realizarán para celebrar este hecho. Se publican además artículos relacionados con este acontecimiento, como uno que resume el desarrollo de la carrera de Química en estos años y otro que se refiere a los diferentes procesos de acreditación a la carrera de Química, realizados por la Junta de Acreditación Nacional del Ministerio de Educación Superior, que ha dado lugar a que sea evaluada de excelente en las tres Universidades.

También leeremos un artículo acerca de los protagonistas anónimos de la carrera de Química y reportamos algunas de las actividades realizadas hasta el momento que han sido organizadas para recordar este suceso.

Además, les proponemos como es habitual, una variedad de artículos entre ellos uno relacionado con los desafíos de la Ciencia frente a la crisis civilizatoria, uno que trata sobre mejoras tecnológicas en la industria cubana del Níquel y el Cobalto y otro acerca de la metodología desarrollada para la síntesis de la estricnina.

Relacionado con los principios del trabajo científico, en esta ocasión les ofrecemos un ensayo referido a la travesía que sigue un manuscrito científico para lograr su publicación.

Tres son los artículos que conforman la sesión de Historia de la Química, uno relacionado con la historia de la Estadística, otro nos informa de cómo se introdujo la asignatura Mecánica Cuántica en la Universidad de La Habana en fecha tan temprana como 1946 y un tercero que refleja como algunos de los más destacados químicos del siglo XIX influyeron en el desarrollo de la Química Orgánica.

También ofrecemos algunas noticias del quehacer de nuestra comunidad y finalmente libramos la convocatoria para el Congreso Latinoamericano de Química.

Por último, incluimos un tributo al recientemente fallecido colega Francisco Llanes Lazo.

Volvemos a insistir en convocar a las químicas y los químicos de nuestro país a que nos envíen sus contribuciones, así como sus críticas y sugerencias para mejorar la revista de divulgación de la Sociedad Cubana de Química, *Encuentro con la Química*. Espero que la lectura de este número les resulte tan interesante como a los que lo hemos elaborado.

La Editora

Carta del Decano de la Facultad de Química de la
Universidad de la Habana convocando a la
Jornada por el 55 Aniversario de la carrera de
Química
Dr. Dionisio Zaldívar Silva



La Habana, 16 de diciembre de 2016

A: Estudiantes, Profesores, Egresados y Colaboradores e Instituciones amigas de la Facultad de Química, Universidad de La Habana

A 55 años de la firma de la Ley de Reforma Universitaria que instituyó la carrera de Química, la Facultad de Química de la Universidad de La Habana les convoca a unirse a las actividades que se celebraran para conmemorar este hecho.

Durante todo el 2017, se realizarán homenajes a los profesores que han contribuido a la formación de cerca de 3000 licenciados en Química, muy especialmente a los que ya no están con nosotros. Se realizarán visitas a profesores ya jubilados y se dedicarán varios eventos científicos, la Comisión Nacional de Carrera, la Jornada Científica Estudiantil, las Puertas Abiertas, entre otros momentos de intercambio entre nuestros

profesionales y estudiantes, a celebrar el 55 aniversario de la carrera, divulgando este acontecimiento a través de las redes sociales, y los medios masivos de comunicación.

Un momento especial será una exposición, que se montará en los espacios de la Facultad, y para la cual estamos solicitando vuestra ayuda con fotos, recuerdos y anécdotas sobre su estancia en nuestro centro.

La página web de la Facultad de Química, la página institucional de Facebook, Twitter le permitirán acompañarnos y participar en nuestra celebración.

Saludos cordiales,

Dr. Dionisio Zaldívar Silva
Decano Facultad de
Química Universidad de la
Habana



Dionisio
Zaldivar Silva
2016.12.19
19:00:56
-08'00'

La carrera de Química

Una síntesis de sus 55 años

55 Aniversario
de la carrera
de Química

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



En enero de 1962, a solo dos años y medio después de que la Universidad abriera sus puertas nuevamente, se aprueba la Ley de Reforma Universitaria. La Reforma en cuyas bases estaba la transformación de la educación superior cubana para ponerla al servicio de las necesidades del país, crea una nueva estructura de carreras. En palabras de Carlos Rafael Rodríguez, la ley de Reforma respondía a tres preguntas claves: quienes van a estudiar, como van a estudiar y qué van a estudiar¹.

Es mediante la Reforma que se instituye la carrera de Química en la Universidad de La Habana (UH), la Universidad Central de Las Villas Marta Abreu (UCLV) y la Universidad de Oriente (UO), marcando de este modo el inicio de un amplio desarrollo de la Química en Cuba, a través de la formación de profesionales tanto en pre como en postgrado.

La carrera de Química tiene su antecedente en el antiguo Doctorado en Ciencias Físico Químicas de la Universidad de La Habana fundado en 1881, con planes de estudio bastante atrasados, y con una matrícula exigua. Baste decir que en la primera mitad del siglo XX, solo habían egresado alrededor de 200 profesionales, cuyo destino fue, básicamente, la enseñanza. Este Doctorado también se ofertaba en la Universidad de Oriente desde 1947 y en la Universidad Central de Las Villas

Marta Abreu desde 1959. Debe señalarse como dato interesante, que en 1960 el Doctorado en Ciencias Físico Químicas se transforma en Doctorado en Ciencias Químicas tanto en la UH como en la UO y del cual solo hubo una graduación.

En el 1962 comienza la formación de los nuevos Licenciados en Química en un contexto difícil marcado por el éxodo de profesores y por la depuración del claustro. Muchos de los antiguos profesores piden su baja o jubilación, otros abandonan el país. El claustro se renueva con profesionales que ejercían mayoritariamente en centros de enseñanza, y en menor medida en laboratorios farmacéuticos o industriales. Este nuevo claustro, apoyado por los propios estudiantes que muchas veces asumen el rol del magisterio, se enfrenta al reto de transformar los estudios de Química en el país y a la vez colaborar con la solución de problemas mediante la investigación cumpliendo con el espíritu de la Reforma Universitaria. En fecha tan temprana como 1964, el Ministro de Industrias Ernesto Che Guevara, argumenta la necesidad de aplicar la Química a la solución de los problemas del país y propone grupos de trabajos, que podían ser realizados en la Escuela de Química de la UH, vinculados al estudio de plantas medicinales, procesos y análisis relacionados con la industria azucarera y materias primas empleados en otras industrias. La carrera de Química nace bajo el natural signo de la vinculación con la investigación científica.

¹ Historia de la Universidad de La Habana. Tomo II .Pág 661. Ed. Ciencias Sociales. La Habana. (1984).

Durante estos 55 años el currículo de la carrera ha experimentado notables modificaciones que han conducido a la elevación de su nivel y actualización científica mediante la introducción de nuevas asignaturas y contenidos, el perfeccionamiento continuo de los planes de estudio, la elaboración de textos y otros medios de apoyo a la docencia, nuevas prácticas de laboratorio, entre otras. Las distintas generaciones de planes de estudio: el Plan Unificado, A, B, C, C perfeccionado, y D han trabajado en la adecuación del modelo del profesional y los objetivos de la carrera a los avances científicos de la ciencia en general y del país en particular. La limitación de los recursos materiales se ha resuelto parcialmente

mediante la incorporación de los estudiantes a los grupos de investigación de la propia Universidad o centros de investigación del territorio y no ha sido óbice para graduar licenciados con un adecuado nivel teórico, capaces de adaptarse rápidamente en cualquier escenario profesional.

Esta vinculación de lo académico con lo laboral investigativo como eje central de la carrera, ha permitido desarrollar con éxito un amplio movimiento de alumnos ayudantes tanto en la docencia como en las investigaciones, jornadas científicas estudiantiles con un número considerable de ponencias, concluyendo con tesis de diploma de alto nivel.



Fig. 1 Reuniones en el Anfiteatro en la década del sesenta (Cortesía de C. Núñez)

Estos avances en la carrera no hubieran sido posibles sin la superación de los profesores tanto en su nivel pedagógico como científico. Los procesos de categorización evidencian que la carrera de Química, en las tres universidades, cuenta con un claustro de excelencia con un número importante de profesores auxiliares y titulares, y de doctores en Ciencias Químicas.

La formación postgraduada del claustro, mediante maestrías y doctorados, ha sido política desde los comienzos de la carrera. Cursos de postgrado, escuelas de verano,

asesoría de especialistas extranjeros, estancias en los antiguos países socialistas fueron ampliamente aprovechadas por los profesores de la carrera para ampliar su formación científica. A fines de los 60 y comienzos de los 70 se crean los primeros grupos de investigación en áreas como polímeros, productos naturales, síntesis de derivados furánicos, compuestos de coordinación, análisis de minerales, electroquímica y otras áreas. Estas investigaciones conducen a la defensa de los primeros doctorados tanto en Cuba como en el extranjero.



Fig. 2 Grupo de polímeros. Década del 70 (Cortesía de R. Martínez)

La presentación de los resultados de investigación comienza desde los inicios en los eventos científicos de la Facultad de Ciencias, en los seminarios científicos del CNIC y desde 1967 la Conferencia de Química de Oriente, en Santiago de Cuba. Hoy en día es amplia la participación de los profesores e investigadores de la carrera en congresos, talleres, seminarios y eventos científicos tanto en Cuba como en el extranjero, mediante conferencias magistrales, cursos y ponencias sobre importantes líneas de investigación que abarcan las esferas médico-farmacéutica, biotecnológica, minero-metalúrgica, agropecuaria, nuclear, y en el área de la ciencia de los materiales, entre otras.

Importantes logros científicos como la síntesis de la vacuna contra el *Haemophilus Influenzae* tipo B, la hormona reguladora del crecimiento vegetal BIOBRAS-16, la síntesis del cis-diclorodiamino platino (II) etc. han dado lugar a premios y reconocimientos internacionales, de la Academia de Ciencias de Cuba, de la Universidad de La Habana y del Ministerio de Educación Superior.

Estos resultados investigativos han sido expresados en artículos y comunicaciones de importantes revistas arbitradas y registradas en la web of science, Scopus o en otras bases de datos internacionales, como, por ejemplo,

cuando en el 2004, la prestigiosa revista Science publicó la obtención de la vacuna contra el *Haemophilus Influenzae* tipo B.

El desarrollo de los grupos de investigación vinculados a la carrera de Química en las tres universidades han sido el germen de centros de investigación independientes como el Instituto de Materiales y Reactivos y el Centro de Biomateriales en la UH, el Centro del Bioactivos Químicos en la UCLV y el Centro de Investigaciones Químicas en la UO. Muchos profesores e investigadores de la carrera de larga experiencia han pasado a formar parte de colectivos de investigación de otras instituciones por necesidades del país, como por ejemplo el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología y el Centro de Química Farmacéutica.

Por los resultados tanto en docencia como en investigaciones, profesores del claustro de la carrera de Química ostentan la categoría de Profesores Emérito de la Universidad o han sido galardonados con los Premios Nacionales de Química que otorga la Sociedad Cubana de Química.

Los logros de la carrera competen también a los estudiantes. Los estudiantes de Química dedican gran esfuerzo y dedicación a lograr no solo los objetivos académicos, sino que se

integran activamente a la vida social del país a través de su vínculo a grupos y centros de investigación priorizados donde desarrollan la práctica laboral-investigativa. A lo largo de este medio siglo los estudiantes se han incorporado a actividades productivas, docentes, culturales, deportivas y de extensión universitaria. Trabajos voluntarios como los "3x1", el plan café Nuevo Mundo del Cordón de La Habana, los análisis químicos en los centrales azucareros en las zafras de 1970 y 1971, la construcción del Jardín Botánico Nacional, la incorporación como profesores en las Secundarias Básicas, la incorporación a las Milicias en el Batallón 154, es sola una muestra del compromiso de los estudiantes de Química con las tareas que demanda la sociedad. A ello se suman actividades

extensionistas como la participación en proyectos comunitarios, olimpiadas de Química, festivales de cultura, juegos deportivos universitarios, festivales de la ciencia, puertas abiertas, etc.

La Carrera de Química, en sus 55 años de creada, ha tenido importantes resultados en la formación de profesionales en las tres universidades en las que se imparte. Solo en la UH se han graduado más de 2500 licenciados. El postgrado, la superación del claustro, las investigaciones, la extensión universitaria exhiben también logros notables. Como resultado de todo este trabajo las carreras de Química en las tres universidades están acreditadas de excelencia por la Junta de Acreditación Nacional.



Estudiantes de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana

Referencias

1.- De Armas, R., Torres-Cuevas E.,Cairo A. (1984). Historia de la Universidad de La Habana. Ed. Ciencias Sociales. La Habana.

2.- Vega, R. (2001). Breve panorama histórico de los estudios superiores de Química

en Cuba. III Congreso Internacional de la Sociedad Cubana de Química.

3.- Linares, D., López, S., Pereyra, J., Castro, D. (1981). Historia de la Facultad de Química (Inédito).

4.- Vega, R. (2008). Química Intramuros. *Revista Universidad de La Habana*. Número Especial por el 280 Aniversario de la UH.

5.- Vega, R. (2012). La formación de químicos en la Universidad de La Habana antes y después de la Reforma Universitaria de 1962” Panel “50 Años de la Reforma

Universitaria” organizado por la Casa de Estudios Fernando Ortiz.

6.- Vega, R. (Inédito) Contribución de la enseñanza de pregrado en la Universidad de La Habana al desarrollo cultural, científico y tecnológico del país.

Acreditación de la Carrera de Química en Cuba durante el período 2004 al 2016

55 Aniversario
de la carrera
de Química

Roberto de Armas Urquiza
Facultad de Biología. Universidad de La Habana
roberto@rect.uh.cu



La carrera de Química, que se desarrolla en las tres universidades más antiguas de Cuba, la Universidad de La Habana (UH), la Universidad de Oriente (UO) y la Universidad Central de Las Villas (UCLV) ha recibido de dos a tres procesos de acreditación según la universidad, con las correspondientes etapas

de elaboración de las autoevaluaciones, sistematizando toda la formación necesaria correspondiente a los cinco cursos previos a la solicitud de la evaluación externa. En la actualidad la carrera en las tres universidades posee una acreditación vigente con el nivel de Excelencia, así puede observarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Procesos de acreditación realizados a la carrera de Química y resultados obtenidos en cada universidad

	UH	UO	UCLV
1ra Acreditación	2004 Excelencia	2007 Certificada	2006 Certificada
2da Acreditación	2013 Excelencia	2012 Excelencia	2010 Certificada
3ra Acreditación	–	–	2016 Excelencia

La carrera en la UH, centro rector de la misma y primera en acreditarse en 2004 ha logrado la calificación de Excelencia en los dos procesos realizados, la UO logró el nivel de Excelencia durante su segundo proceso de acreditación en el 2012 mientras que la UCLV necesitó de un tercer proceso para alcanzar ese nivel en 2016. Esto demuestra la alta responsabilidad social con que las universidades asumen los procesos de acreditación y como los mismos impulsan una mejora continua que ha contribuido a la elevación de la calidad de la carrera a nivel nacional.

A continuación, será mostrada la evolución de algunos de los principales indicadores en cada una de las variables del sistema SEA-CU a partir del análisis de las evaluaciones externas y los dictámenes de los niveles de acreditación alcanzados, emitidos por la Junta

de Acreditación Nacional (JAN) a la carrera de Licenciatura en Química en las tres universidades que la desarrollan, durante el período 2004 al 2016.

La primera variable que se presenta es la de Pertinencia e Impacto. En esta variable a través de entrevistas, encuestas y análisis de evidencias se evalúa como la carrera logra una amplia proyección hacia el territorio, la región y el país, insertándose de forma efectiva en los principales programas de desarrollo y proyectos de investigación priorizados vinculados a su área de conocimientos, a través de la participación de los profesores y los estudiantes, lo cual fue evaluado de Bien (B) en todos los procesos como se puede observar en la tabla 2. También se evaluó de Bien el nivel de satisfacción que estudiantes, egresados, profesores y empleadores expresan de la calidad de la carrera. Otro elemento

valorado favorablemente en el caso de la UH y la UCLV es la existencia de programas de postgrado que articulan con el programa de la

licenciatura y que han sido sometidos también a procesos de acreditación.

Tabla 2. Pertinencia e Impacto

Indicador	UH 2004	UH 2013	UO 2007	UO 2012	UCLV 2006	UCLV 2010	UCLV 2016
Vínculo profesores/estudiantes en la solución problemas sociales	B	B	B	B	B	B	B
Satisfacción Profesores/estudiantes/graduados/empleadores	B	B	B	B	B	B	B
Postgrado acreditado de Excelencia		MSc Dr.C			MSc		

Fuente: Elaboración propia sistematizando la información de los informes de evaluación externa y de los dictámenes emitidos por la JAN.

La segunda variable evaluada es la de profesores y personal auxiliar la cual es determinante para el logro de altos niveles de acreditación. Aquí hay indicadores cuantitativos que son limitantes para obtener los niveles de excelencia. Así tenemos que por debajo de un 35% de doctores no puede ser evaluada de excelencia ninguna carrera, aunque se cumplan ampliamente el resto de los indicadores. En la tabla 3 se puede observar que ésta fue una de las limitantes para que en los primeros procesos realizados en la UO y la UCLV la máxima calificación obtenida fuera de Carrera Certificada. Solo la UH en los dos procesos siempre mantuvo niveles superiores al 35% de doctores en el claustro. En la última acreditación de las tres universidades, además de poseer el claustro niveles superiores al 35% de doctores, la suma de estos y los que poseen el título de máster sobrepasa en todos los casos el 80% del total de profesores y los profesores titulares y auxiliares sobrepasan el 50% lo que indica un claustro con experiencia pedagógica y científica que es imprescindible para desarrollar un proceso docente de calidad. El índice de publicaciones en revistas

referenciadas y de presentación de ponencias en eventos científicos nacionales e internacionales debe ser superior a 3 por profesor en el quinquenio. En el caso de las últimas acreditaciones en las tres universidades se sobrecumple este indicador. Es de señalar como un dato adicional de la calidad de las investigaciones que realizan los profesores los Premios de la Academia de Ciencias de Cuba que se otorgan cada año a los mejores resultados científicos de todo el país. Este indicador comenzó a tomarse en cuenta a partir del 2010 destacándose la UH con 36 de estos premios durante los 5 años que abarcó la acreditación realizada en el 2013. No siempre se ha contado con un personal de apoyo y auxiliar de calidad por no ser suficiente o de poca experiencia por lo que en algunos casos el indicador ha sido evaluado de Regular (R). En esta variable los datos cuantitativos son una expresión de la calidad docente e investigativa del claustro de profesores, indicador decisivo para lograr los cambios cualitativos que la puesta en práctica, de lo expresado en el currículo de la carrera se requiere.

Tabla 3. Profesores y Personal auxiliar

Indicador	UH 2004	UH 2013	UO 2007	UO 2012	UCLV 2006	UCLV 2010	UCLV 2016
% Doctores en Ciencias	36	54	32	43	28	32	42
% Máster del resto	49	61	48	40	48	55	66
% Profesores Titulares Y Auxiliares	40	55	60	66	30	35	55
Impacto económico y social de las investigaciones realizadas en los últimos 5 años y su integración al proceso de formación de los estudiantes	B	B	B	B	B	B	B
Índice de publicaciones referenciadas	3.3	4.2	2.5	3.1	1.0	1.2	3.4
Índice de ponencias en eventos nacionales e internacionales	3.5	4.5	3.2	3.7	3.1	3.7	4.2
Premios Academia de Ciencias de Cuba	-	36	-	2	-	3	6
Calidad del personal auxiliar y de apoyo	B	B	R	R	B	B	B

Fuente: Elaboración propia sistematizando la información de los informes de evaluación externa y de los dictámenes emitidos por la JAN.

Un análisis cualitativo de los resultados también demostró en todos los casos que la labor investigativa del claustro junto con sus estudiantes se orienta a potenciar el desarrollo científico tecnológico y la introducción y generalización de los resultados en la sociedad con énfasis en la innovación.

En las tres universidades en la variable estudiantes se destacó la participación protagónica de estos como sujetos proactivos de su proceso formativo, que poseen la preparación general y básica necesaria y que participan en diversas tareas de impacto social incluidas en la estrategia educativa de la carrera. La tabla 4 muestra algunos de los resultados obtenidos que demuestran lo

expresado anteriormente.

Los estudiantes de los años o ciclos superiores de la carrera alcanzaron buenos resultados avalados por el dominio del modo de actuación profesional, la calidad exhibida en los trabajos de curso y de diploma como forma de culminación de estudios.

En todos los casos los exámenes integradores realizados a los estudiantes de 3ro, 4to y 5to años mostraron resultados de aprobación superiores al 90% y valores muy altos de estudiantes evaluados con notas máximas de 4 y 5 que en la escala de la Educación Superior cubana corresponde a niveles de Bien y Excelente.

Tabla 4. Estudiantes

Indicador	UH 2004	UH 2013	UO 2007	UO 2012	UCLV 2006	UCLV 2010	UCLV 2016
% de aprobados en exámenes integradores	93	95	100	100	90	100	100
% de evaluados con 4 y 5	90	95	97	100	87	50	100
Calidad de trabajos de curso y diploma	B	B	B	B	B	B	B
Actividad investigativa de los estudiantes	B	B	B	B	B	B	B

Fuente: Elaboración propia sistematizando la información de los informes de evaluación externa y de los dictámenes emitidos por la JAN.

En la variable infraestructura (Tabla 5) fue corroborado que la carrera cuenta con un respaldo material que le permite cumplir con calidad las exigencias del proceso de

formación en cuanto a los aspectos de bibliografía, niveles de informatización alcanzados así como de las instalaciones disponibles. En el caso de los laboratorios se

declara algún nivel de obsolescencia y limitaciones de recursos materiales por lo que el indicador fue evaluado de regular (R). No obstante se reconoce que esta limitación se suple en todos los casos con la vinculación de los estudiantes a otras instituciones de los servicios y la investigación que existen en la región donde está enclavada cada universidad en las cuales los estudiantes realizan sus

trabajos de curso y diplomas y complementan su nivel de formación práctica, a través de convenios que poseen las universidades con esas instituciones, convirtiéndolas en unidades docentes que contribuyen al proceso de formación. Los resultados logrados de esta forma son los que garantizan que en la variable estudiante se hayan obtenido los resultados ya declarados.

Tabla 5. Infraestructura

Indicador	UH 2004	UH 2013	UO 2007	UO 2012	UCLV 2006	UCLV 2010	UCLV 2016
Bibliografía	B	B	B	B	B	B	B
Informatización	B	B	B	B	R	B	B
Laboratorios	R	R	R	R	R	R	R
Otras instalaciones	B	B	B	B	B	B	B

Fuente: Elaboración propia sistematizando la información de los informes de evaluación externa y de los dictámenes emitidos por la JAN.

En la variable currículum se evalúa la calidad en la estructuración del currículum propio y optativo/electivo que establece cada universidad y su articulación con el currículum base establecido a nivel nacional y sobre todo la gestión que llevan a cabo directivos, profesores y personal auxiliar para llevarlo a la

práctica exitosamente. No es meramente un análisis teórico-metodológico de las características del currículum sino del trabajo metodológico y de gestión que garantiza un proceso de enseñanza aprendizaje de calidad. En la tabla 6 aparece un resumen de los principales resultados obtenidos.

Tabla 6. Currículo

Indicador	UH 2004	UH 2013	UO 2007	UO 2012	UCLV 2006	UCLV 2010	UCLV 2016
Diseño de currículum	B	B	B	B	B	B	B
Trabajo metodológico como sistema	B	B	R	B	R	R	B
Dirección de los colectivos pedagógicos	B	B	B	B	B	B	B
Estrategia educativa en correspondencia con el modelo del profesional	B	B	B	B	B	B	B
Calidad de métodos, medios y sistemas de evaluación en correspondencia con los objetivos	B	B	B	B	B	B	B
Control del proceso docente	B	B	B	B	B	B	B
Integración entre la actividad científica y el postgrado y su impacto sobre la formación de los estudiantes	B	B	B	B	B	B	B
Red de unidades docentes y su influencia en la formación del profesional	B	B	B	B	B	B	B
Vinculación de las estrategias curriculares con la interdisciplinariedad y el modo de actuación profesional (idioma inglés, dirección, formación económica)	B	B	R	R	R	R	R

Fuente: Elaboración propia sistematizando la información de los informes de evaluación externa y de los dictámenes emitidos por la JAN.

De los resultados se destaca que en las últimas evaluaciones todos los indicadores fueron evaluados de Bien con excepción de algunas de las estrategias curriculares, que a modo de ejes transversales trabaja por su desarrollo la carrera como son: el dominio del idioma inglés sobre todo en el aspecto comunicativo, en que no se logra aún el nivel deseado, la capacidad de dirección que garantice el éxito del trabajo en equipos interdisciplinarios y multidisciplinarios así como una formación económica que contribuya al desarrollo sustentable. Este aspecto ha sido evaluado de regular en las tres universidades pues, aunque se ha avanzado no se ha alcanzado el nivel deseado en los objetivos y en las competencias a desarrollar a través de esos ejes transversales.

Resumiendo, se puede decir que la formación del licenciado en Química en las universidades cubanas ha logrado estándares de excelencia en correspondencia con los parámetros establecidos por la Junta de Acreditación Nacional de la República de Cuba en su versión actual correspondiente al 2013.

Esto ha sido fruto del trabajo sistemático desarrollado por la Comisión Nacional de Química y las comisiones correspondientes a cada una de las tres universidades que desarrollan las acciones necesarias para el perfeccionamiento continuo de los planes y programas de estudio, en correspondencia con las orientaciones brindadas por el Ministerio de Educación Superior, logrando planes actualizados con un alto nivel de calidad. No obstante, el logro más importante de la carrera se debe al haber sido capaz de desarrollar una gestión eficiente en la puesta en práctica de ese currículo a partir de un trabajo de gestión metodológica eficiente y eficaz desarrollado por un claustro de experiencia científica y didáctica.

La existencia de un Sistema de Evaluación y Acreditación de Carreras a partir de la

creación de la Junta de Acreditación Nacional en el año 2003 ha impulsado la elevación de la calidad de la carrera al establecer variables, indicadores y criterios de medidas que han orientado el trabajo de la mejora continua a través de detectar debilidades, hacer planes de mejoras y acciones para lograrlos en un proceso continuo de autoevaluación, evaluación externa y acreditación desde el 2004 hasta la fecha.

Hoy en día la carrera de química a nivel nacional, con independencia de las individualidades que pueden aparecer en cada universidad, puede ser considerada como una carrera que ha logrado un alto nivel de calidad reconocido por los estándares nacionales como nivel de excelencia y en ella se reconocen como las fortalezas más significativas:

- La aplicación adecuada del modelo pedagógico de la carrera garantiza independencia, creatividad, innovación, dominio de los contenidos vinculados con la profesión y una adecuada preparación humanista, lo cual permite al egresado el desempeño exitoso de su profesión.
- La estrategia educativa está bien estructurada y concebida sobre la base de las condiciones y objetivos de la carrera, haciendo un uso adecuado de técnicas participativas de enseñanza y el aprendizaje colaborativo en el proceso docente-educativo.
- Posee un claustro de excelencia científica y docente altamente comprometido con la formación integral de los estudiantes que se vinculan a la investigación desde los primeros años de la carrera.
- Investigaciones consolidadas de impacto científico y social con resultados reconocidos que responden a los problemas del territorio y del país.
- Eficiente aprovechamiento de la red de unidades docentes para el cumplimiento de los objetivos de la formación práctica de los estudiantes que permiten consolidar

competencias imprescindibles en el profesional.

Las debilidades principales están asociadas a las limitaciones en la base material y la obsolescencia de algunos equipamientos en los laboratorios propios y el índice de publicaciones en revistas referenciadas en base de datos internacionales, aunque cumple los estándares establecidos, está por debajo de las potencialidades del claustro.

Un aspecto no señalado como debilidad pero que requiere una continua estrategia de trabajo, es garantizar la sostenibilidad de la calidad del claustro para no perder lo logrado, que está sustentando en un claustro de excelencia y gran compromiso con la

educación superior, que requiere se mantenga en las nuevas generaciones de profesores y en esa dirección es necesario que se trabaje con sistematicidad e intencionalidad.

Referencias

1.- Comisión Nacional de Carrera de Química (2006). "Plan de Estudio D de la Carrera de Licenciatura en Química". Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.

2.- Junta de Acreditación Nacional (2004 a 2016). Evaluaciones externas y Dictámenes de acreditación a la carrera de Licenciatura en Química. La Habana, Cuba.

3.- Junta de Acreditación Nacional (2013). Sistema de Evaluación y Acreditación de Carreras (SEA-CU). La Habana, Cuba.

Protagonistas Anónimos de los 55 años de la Carrera de Química

55 Aniversario
de la carrera
de Química

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



Todos conocemos que la Química es una ciencia experimental. Para formar químicos es imprescindible hacer ensayos demostrativos, análisis químicos, prácticas de laboratorio e investigación científica. Reactivos puros, agua destilada, disoluciones, cristalería, equipos e instrumentos de diversa índole son necesarios para el trabajo diario en los laboratorios docentes y de investigación.

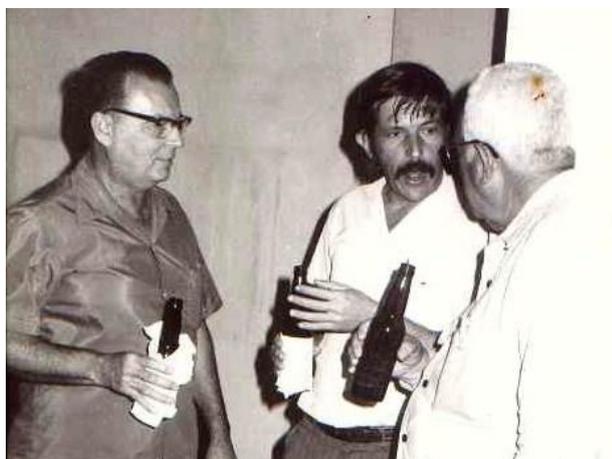
Los técnicos y auxiliares docentes y no docentes, el personal de servicio y administrativo conforman un grupo de apoyo a la docencia e investigación que generalmente son protagonistas anónimos del quehacer diario de una institución educativa.

Este artículo se propone sacar a la luz y recordar el trabajo de algunos de estos hombres y mujeres que a lo largo de estos 55 años han hecho posible los logros de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana.

Durante la década de los sesenta, cuando la Universidad abre nuevamente sus puertas y se crea la carrera de Química, junto a los profesionales que asumen la responsabilidad de impartir la docencia en la entonces Escuela de Química, comienza a trabajar en los laboratorios un grupo de doctores en Farmacia que ocupan el cargo de técnicos auxiliares de la docencia. Entre ellos se encontraban Ada Ruiz, Olga Rosa Carr, Melba Bejottes, Hortensia Casanovas, Olga Inclán, Olga Cárdenas, Gladys Pich, Esther Soler, Silvia Corredera.

¿Quién de los menos jóvenes no recuerda la insistencia de Ada Ruiz con el orden de las gavetas y los números de los frascos de reactivos en las torres del laboratorio de Química Inorgánica? ¡Ay del alumno ayudante o profesor que dejara desordenado el laboratorio! Con ella aprendimos a envasar correctamente los reactivos y disoluciones, y a escribir en las etiquetas impresas con tinta china los nombres y concentraciones. En el laboratorio de Orgánica, Olga Rosa se preocupaba de que los equipos de destilación, balones, tubos de ensayos y otros materiales quedaran limpios y listos para ser usados nuevamente en otra sesión de síntesis o análisis orgánico. La mezcla crómica para tratar de eliminar las resinas era algo habitual en el trabajo diario. Un dolor de cabeza era encontrar los tapones y abrirle los orificios necesarios para montar los equipos. Recuérdanos al profesor Mola junto a Joaquín Borrego (Quino), aconsejar la saliva como mejor lubricante que la glicerina para insertar el termómetro en el tapón. En Química Analítica las preocupaciones eran similares, preparar disoluciones con concentraciones cuyo error estaba en la cuarta cifra, cuidar las balanzas analíticas con el jinetillo, lavar al extremo buretas y pipetas, tener agua destilada en los botellones, revisar las marchas analíticas y lograr que los equipos Kjedadl estuvieran listos para las determinaciones de nitrógeno. En Química Física, el “viejo” Pancho del almacén de reactivos, junto al Dr. Alzola, cuidaban al extremo del

mantenimiento de equipos únicos como la bomba Parr, el polarímetro, la balanza de cadenita y qué decir de instrumentos como los termómetros de contacto.



Pancho junto a Gilberto Viciado y al Dr. Antonio Alzola (de derecha a izquierda). Foto cortesía de C. Núñez

No es posible olvidar en ese entorno a Ángel Álvarez Ponte, quien calibraba todas las balanzas, entre otros equipos, en la Escuela de Química.



Dr. Alvarez Ponte (dcha.). Foto cortesía de E. Altshuler.

Esos técnicos consideraban el laboratorio no sólo instructivo sino también educativo, trabajaban para inculcar hábitos y buenas prácticas e incluso para apreciar la estética del trabajo bien hecho.

En los 70, muchos de los auxiliares de laboratorio pudieron superarse, con ayuda de

técnicos y profesores, y aprobaron las evaluaciones que los calificaron como técnicos de laboratorio. Olga Duque, Méndez Vila, Téllez, Quino formaron parte de ese grupo y algunos todavía son imprescindibles en el trabajo de sus laboratorios. Téllez, continuador de las enseñanzas de Ada Ruíz, es figura clave en las prácticas de Química General. El grupo de Productos Naturales, podía contar con Quino para ir a recoger plantas, principalmente solanáceas y agaves, a diferentes regiones de Cuba; plantas que después él ayudaba a secar y moler para los análisis fitoquímicos. Era usual ver a Quino revisando los extintores de incendio de los laboratorios, cubriendo las guardias y protegiendo el edificio cuando era necesario.



Rafael Téllez



Joaquín Borrego

Entre los bedeles se recuerda a Sánchez, David y Soto, cuando muy temprano en la mañana - las clases empezaban a las 7:30 AM - limpiaban diariamente el anfiteatro, virando al revés todas las filas de asientos y volviéndolos a colocar en su lugar. Vestíbulo, aulas, pasillos, baños y patio eran su responsabilidad. García en Analítica, Eva Romeu en Inorgánica, Abilio en Química Física... se ocupaban de mantener la limpieza en los laboratorios. El personal de apoyo a la docencia de Química Física también se ocupaba del equipo de destilación de agua para todo edificio y de la bomba central de vacío.

No puede olvidar el almacén de reactivos, primero con Pancho y luego con Mata y el "Gallego". Ellos muchas veces salvaban la

realización de una práctica, entregando materiales, fuera del momento de ordenar y servir reactivos o cristalería. Gracias a ellos se contaba con alcohol, gases, nitrógeno líquido y otros materiales necesarios para el trabajo. Tampoco puede dejarse de mencionar a Joaquín Iglesias y Ramón Díaz, técnicos del taller de vidrio, que creaban, adaptaban, y reparaban los equipos de vidrio. Joaquín comenzó como dependiente de la cafetería que existía en el patio de la Escuela de Química y se superó llegando a convertirse en técnico vidriero.



Joaquín Iglesias y Ramón Díaz en el Taller de vidrio.

Durante esa primera época hay que recordar que no existía INTERNET. Había que consultar los libros de la biblioteca para obtener la información necesaria para elaborar los informes de laboratorio, preparar las clases y obtener los artículos de las escasas revistas científicas disponibles en la hemeroteca. Allí la labor de Cristina, Chela y luego Doris era inestimable. Rememorar el carné de la biblioteca que era retenido cuando se solicitaba un libro en préstamo, si no era ejemplar único, y como a veces se disponían de pocos ejemplares del texto había que hacer “cola” para acceder al mismo.

A fines de los 70 y en los 80, comienzan a trabajar en la Facultad, técnicos egresados de los institutos tecnológicos.



Cristina en la Biblioteca. Foto cortesía de C. Nuñez

Teresa Rebollar, Antonia Machado, René González, Niurka Purón, Maura Valdés, Caridad Pérez, Yolanda Mestre, Ivette Durán, Ileana Sánchez, ... formaron parte de este grupo de jóvenes técnicos docentes que han mantenido con su trabajo, tesón y creatividad, la posibilidad de realizar prácticas de laboratorio en medio de serias dificultades materiales. Los nombres de estos técnicos aparecen en publicaciones de los grupos de investigación de la Facultad y algunos de ellos llegaron a obtener la licenciatura, como Olga Duque y en el caso de Ana Ma. Plutín el grado científico de Doctora en Ciencias Químicas y hoy en día es Profesora Auxiliar de Departamento de Química Orgánica.

Apoyo imprescindible ha sido el trabajo de las secretarías docentes y el personal administrativo. El personal de la Secretaria Docentes, en personas como Lidia y Blanquita, Cristina Sánchez, Betty, Xenia, Bernie... han mantenido con ética el control de los expedientes académicos; técnicas no docentes como Rosita del Río y Migdalia Romero han apoyado el trabajo tanto en pregrado como en postgrado; y secretarías como Hilda Torres, Mercedes Curbelo, Marina Borro, María Victoria Hernández, Amparo Martínez, entre otras, mecanografiaron, antes de existir las computadoras personales, multitud de informes, actas, cartas, libros, tesis y otros documentos necesarios para el trabajo.

Es imposible nombrar en este trabajo a todos aquellos protagonistas que ayudaron al desarrollo de la carrera durante estos 55 años. Ha pasado el tiempo y otros son los actores anónimos que apoyan la docencia y las investigaciones. Pero sirva este artículo para reconocer a todas y cada una de las personas, que, con su labor diaria, en el pasado y en el

presente, han contribuido y contribuyen a hacer de la Facultad de Química en la Universidad de La Habana, una institución de excelencia.

Referencias

Comunicaciones orales de C. Núñez, J. Borrego y R. Téllez.

Algunas actividades realizadas por el 55 Aniversario de la carrera de Química

55 Aniversario
de la carrera
de Química

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



La Facultad de Química de la Universidad de La Habana ha acordado dedicar este año 2017 a celebrar los 55 años de creada la carrera de Química.

La divulgación de los logros de la Facultad y de algunas de las actividades realizadas en este primer cuatrimestre enero–abril han sido reseñadas por la web universitaria y las redes sociales Twitter, página oficial de Facebook: Facultad Química UH y del grupo de FB: Facultad de Química, Universidad de La Habana

El 22 de enero de 2017, en acto solemne en el Aula Magna, le fue entregado un diploma

conmemorativo a los profesores de la carrera, de las tres universidades donde esta se imparte, y que han participado en el diseño de las distintas generaciones de planes de estudio. El Decano de la Facultad de Química de la UH, Dionisio Zaldívar Silva realizó un bosquejo del surgimiento y avance del plan de estudio de la Carrera desde 1962 hasta la fecha. Zaldívar reconoció a más de veinte profesores de distintas generaciones que han sido protagonistas de las transformaciones y mejoras académicas de la carrera entre los que se encuentran Carlos Pérez Martínez, Carlos Núñez Valdés y Margarita Suárez Navarro.



Acto de inicio de las actividades por el 55 Aniversario de la Carrera de Química



Muestra del diploma de reconocimiento entregado a profesores que han participado en las transformaciones y mejoras académicas de la carrera

El 22 de marzo fue recordada en un emotivo acto celebrado en el anfiteatro de la Facultad de Química la Dra. Zaida Trimiño Ayllón (1934-2014), quien fuera profesora de Análisis Orgánico de la Universidad de La Habana. En dicho acto se destacaron los hechos del 13 de marzo, la participación de Zaida dentro del movimiento del Directorio

Revolucionario y su labor docente e investigativa. Se destacó que la Dra. Trimiño fue autora del libro de Análisis Orgánico que aún hoy se emplea en la carrera y que fue uno de los primeros doctores en ciencias químicas de la Facultad. En la actividad hicieron uso de la palabra, la Dra. Leonor Amaro, profesora de la Facultad de Filosofía e Historia de la UH, la Dra. Iraida Spengler, quien trabajó estrechamente con la Dra. Trimiño en sus investigaciones fitoquímicas, y varios profesores que fueron sus discípulos. Fue invitada a la conmemoración la hija de la Dra. Trimiño, Ma. Isabel, también química.



Dra. Zaida Trimiño Ayllón (1934-2014).
Foto cortesía de C. Núñez



Acto de homenaje a la Dra. Trimiño, profesora de la Facultad de Química y Combatiente del Directorio Revolucionario

En los meses de febrero y marzo se realizaron dos visitas a las profesoras de la carrera ya jubiladas, Dra. Martha Zayas Ruíz y Dra. Ma. del Carmen Troncoso Villar. Martha se desempeñó como profesora de Química General e Inorgánica y se especializó en compuestos de coordinación. Fue subdirectora

de Investigaciones de la Escuela de Química. La Dra. Troncoso fue la profesora de Análisis Matemático que junto al profesor José Luis Lima enseñó los fundamentos del cálculo diferencial e integral a varias generaciones de profesionales químicos.



Visitas a las profesoras Marta Zayas y Ma. del Carmen Troncoso

Abril fue el marco escogido para resaltar la participación de los químicos en la defensa del país durante estos 55 años de la carrera. El significado de la victoria en Playa Girón, las movilizaciones y el entrenamiento militar de las milicias universitarias en distintas épocas,

la incorporación de los primeros graduados al grupo de defensa química, y la participación de profesores en misiones internacionalistas militares y docentes en diferentes países, fueron recordadas por sus protagonistas a través de emotivas anécdotas.



Momentos del encuentro del 26 de abril de 2017

Jorge Núñez Jover
Cátedra Cubana de CTS+I.
Facultad de Química. Universidad de La Habana
jorgenjover@rect.uh.cu



Buena parte de los ciudadanos del siglo XXI tenemos conciencia que vivimos una etapa de la evolución humana llena de paradojas y amenazas. Una de ellas se refiere a que la humanidad dispone hoy de enormes capacidades en materia de conocimientos y tecnologías, frutos de la inteligencia y la voluntad de los seres humanos, mientras esas mismas capacidades no impiden la acumulación de extraordinarios desastres sociales y ambientales que amenazan con poner fin a la propia existencia humana. Asistimos a una crisis civilizatoria y nuestra capacidad de producir, distribuir y usar el conocimiento es parte de ella.

Esa crisis civilizatoria tiene muchas facetas. En este documento nos ocupamos de una de ellas, no siempre suficientemente advertida: el agotamiento de los modelos de ciencia que la humanidad ha venido construyendo arduamente durante los últimos cinco siglos.

Para muchos la ciencia, su organización, incentivos, sistemas de evaluación, métodos, paradigmas, no son parte de la crisis que atravesamos. Para ellos la ciencia es parte de las soluciones, pero no del problema civilizatorio que vivimos.

La permanencia de tales visiones no es casual. Existe una larga tradición, muy afirmada a través de procesos culturales de amplio impacto como la Revolución Científica de los Siglos XVI-XVII, la Ilustración, la Revolución Industrial, la tradición positivista, entre otros, que han contribuido a formar una imagen de la ciencia -y la tecnología- que la

asocia íntimamente al progreso social y el bienestar humano. Esa perspectiva, promovida por pensadores como Bacon, Descartes, Voltaire, Jefferson, entre muchos, vino a conformar lo que Sarewitz¹ condensa en lo que ha denominado “Programa Ilustrado” de la ciencia que, como este autor advierte, ha tenido una gran influencia en la Teoría y la Política de la Ciencia de la segunda mitad del siglo XX.

Las tesis que constituyen ese Programa pueden ser resumidas así:

1. La ciencia garantiza, a través de las leyes que descubre, la capacidad de predecir los fenómenos que investiga y con ello la posibilidad del control tecnológico de los mismos. La ciencia, organizada a través de sus disciplinas y subdisciplinas, permite el conocimiento necesario para el control de la naturaleza. Esa capacidad de predicción y control ofrece la oportunidad de poner la naturaleza al servicio del hombre y su bienestar. La capacidad humana de controlar la naturaleza es infinita. El conocimiento siempre nos permitirá dominarla.

2. La búsqueda de la verdad aparece como el valor prioritario o único que mueve el conocimiento. La eficiencia y la eficacia aparecen como los valores que definen el curso de la tecnología empujada por la ciencia. La búsqueda de la verdad genera una dinámica inexorable: la ciencia y la tecnología que tenemos son las únicas posibles. En esta comprensión, la problemática axiológica de la tecnociencia se ve reducida a unos pocos

valores como verdad, eficacia y eficiencia y el camino de la ciencia y la tecnología se asume como unidireccional e incontestable.

3. El conocimiento es un bien universal: todos los seres humanos pueden disfrutar de sus beneficios.

¿Son defendibles hoy en día esas tesis, bien arraigadas en la tradición moderna?

Es conocido que la mayoría abrumadora del financiamiento a la ciencia procede hoy de la empresa privada, sobre todo de las grandes transnacionales y del complejo militar industrial.² Se trata de un asunto de gran relevancia social, política y moral porque esa dinámica subordina en gran medida el conocimiento a intereses mercantiles y el ejercicio del poder.

Más que como empresas benefactoras, garantes del bienestar humano sin más discusión, es imprescindible entender el profundo enraizamiento social de la ciencia y la tecnología. Ellas son procesos sociales moldeados por una constelación de circunstancias económicas, políticas, culturales, educativas, técnicas, sociales, que en gran medida determinan sus trayectorias, usos, riesgos y beneficios. Las trayectorias tecnocientíficas no son inexorables ni son las únicas posibles. Tales trayectorias son construcciones sociales en las que intervienen una diversidad de actores con sus propios intereses y valores.³

A esa conflictividad social se suma la complejidad epistemológica. Problemas complejos como la salud y el medio ambiente, entre otros, han demostrado los límites de la capacidad de la ciencia de predecir y controlar. Un testimonio son los problemas globales como el cambio climático. Se observa que antiguas enfermedades, que se consideraban extintas, reaparecen y se multiplica el número de nuevas enfermedades; se producen accidentes nucleares; el caso de las vacas locas demuestra la vulnerabilidad de los controles

tecnocientíficos y los desastres ecológicos ocurren a diario. Todos estos ejemplos son también el resultado de los procesos de industrialización que la tecnología ha hecho posibles. La Revolución Verde es un claro ejemplo de destrucción ambiental asociada al avance tecnológico.

Las actividades industriales y agrícolas provocan cambios en los ciclos biológicos, químicos y geológicos que perturban los sistemas naturales. Asistimos a la desaparición de especies, contaminación del aire y del agua, el agujero en la capa de ozono, sequías y exceso de lluvia, inundaciones, huracanes, tsunamis, entre otros.

Se observan numerosas paradojas: los plaguicidas crean plagas, los antibióticos hacen surgir nuevos agentes patógenos, los hospitales son focos de infección, el desarrollo agrícola aumenta la brecha entre ricos y pobres. Por ello se abre paso la convicción de una nueva conciencia de la ciencia, sistémica y humanista, que asimila la incertidumbre y los compromisos con los valores. La comprensión de la complejidad se abre paso: “El desafío de centrarse en los vínculos entre los sistemas sociales, políticos, económicos, biológicos, físicos, químicos, geológicos es considerado un imperativo de nuestro tiempo”.⁴

El ideal de la ciencia libre de valores; la ingenua idea de que a partir de los hechos científicos es posible extraer conclusiones inapelables y de ellas deducir acciones y políticas incontestables, está en buena medida descartada. Ahora se admite que la ciencia y las políticas que en ella se asientan, se vinculan estrechamente con los valores que guían las decisiones; en muchos casos carecemos de respuestas únicas y completas, y en consecuencia, es preciso aprender a lidiar con la complejidad, la incertidumbre, el riesgo. En materia ambiental con frecuencia no es posible explicar y predecir sobre la base de teorías probadas; frecuentemente sólo es

posible tener modelos matemáticos, simulaciones por computadora, soluciones aproximadas. A este tipo de práctica científica, envuelta en valores en conflicto, incertidumbre y riesgos, algunos autores prefieren denominarla “ciencia post-normal”, en alusión a una época en que la norma para la práctica científica podía ser la solución rutinaria de problemas sin considerar cuestiones éticas, políticas o metodológicas complejas.⁵

Resumiendo, la naturaleza no está bajo control como sugería el Programa Ilustrado y la revuelta es visible por todos lados. Los problemas que enfrentamos son también responsabilidad de la propia ciencia, con sus enfoques mecanicistas, su determinismo estrecho, la reducción del todo a las partes, la formación hiperespecializada, la incapacidad de apreciar lo particular a nombre de las leyes generales, el exceso de empirismo, sus métodos, sus prioridades. Y también cierta dosis de prepotencia que conduce a sobrevalorar el conocimiento experto en detrimento de los saberes y juicios de los legos, a veces también poseedores de información útil para la toma de decisiones en asuntos de interés social (en campos como la agricultura, la salud, el medio ambiente, existen numerosos ejemplos al respecto).

Levins ha expresado el problema así: “Lo que estamos observando en nuestra ciencia es una exquisita sofisticación en lo pequeño y una irracionalidad en el nivel de la empresa científica en general, una contradicción que ha llegado a ser más destructora por el poderío cada vez mayor de la técnica”.⁶

Todo ello plantea numerosos desafíos a la enseñanza de la ciencia y la investigación

científica. En el mundo se vienen construyendo alternativas a los enfoques tradicionales, pero eso queda para otro momento.

Referencias

1.- D. Sarewitz, “Bienestar humano y ciencia federal, ¿Cuál es la conexión?”, *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo*, J.A. López Cerezo, y J.M Sánchez Ron, (eds.), Biblioteca Nueva/OEI, Madrid, **2001**, pp.155-172.

2.- J. Núñez, “Ética, Ciencia y Tecnología: sobre la función social de la tecnociencia”, *Llull*, **2002**; vol. 25 (no. 53), Zaragoza, pp. 459-484.

3.- J. Núñez, “Democratización de la ciencia y geopolítica del saber”. En: *La Democratización de la ciencia*, J.A. López Cerezo (editor), Cátedra Sánchez-Mazas/OEI, Donostia, **2003**, pp.127-158

4.- G. Gallopin y col., “Una ciencia para el siglo XXI: del contrato social al núcleo científico”: *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, UNESCO, 2001; no. 168, junio **2001**. Consultado en www.campus-oei.org/salactsi

5.- S. Funtowikz, J. Ravetz, “Problemas ambientales, ciencia post-normal y comunidades de evaluadores extendidas”. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*; M. González, J.A. López Cerezo, J. L. Luján, (editores), Editorial Ariel, **1997**, pp 151-160.

6.- R. Levins, “Defiendan la ciencia, critiquen la ciencia”, *Marx Ahora*, No. 4-5/**1997-1998**, La Habana, pp. 242-246.

Mejoras tecnológicas en la industria cubana del Ni y el Co. Impacto ambiental

Investigación
Química

Alberto Hernández Flores
Centro de Ingeniería e Investigaciones Químicas
alberto@inor.ciiq.minem.cu



La preparación de la mena laterítica para el proceso extractivo por vía húmeda en la Industria Cubana del Níquel y el Cobalto, hasta el presente se ha efectuado mediante el lavado y cribado. Al separar las partículas gruesas (mayores de 0,833 mm), el contenido de minerales de magnesio y otros de alta solubilidad en el ácido sulfúrico disminuye, al tiempo que se incrementa el del níquel en la pulpa.¹

Desde los inicios de la explotación de la planta, la eficiencia en la preparación del mineral ha oscilado entre 80 y 86 %, y las pérdidas por rechazo son alrededor de 20 %. Por esta razón se vierten anualmente más de 400 000 toneladas al medio ambiente como producto de rechazo y de estas alrededor de 280,000 toneladas están compuestas de partículas menores de 0,833 mm, las cuales constituyen un componente valioso para el proceso extractivo; esto conlleva a una explotación minera más intensiva para compensar las pérdidas por rechazo, lo que origina un notable impacto sobre el medio ambiente y un uso poco racional del recurso.

Esta problemática de la eficiencia en la preparación de mineral genera un impacto ambiental en el entorno de la industria que se

manifiesta en: Afectaciones en la cadena alimenticia, la flora, la fauna y alteraciones al paisaje.

Estudios realizados con anterioridad por Rojas,² demuestran que en el producto de rechazo ocurren pérdidas de componentes valiosos y que más de 50 % de este producto constituye una mena útil para el proceso extractivo ácido a presión. Por otra parte, Hernández y Falcón en 1993³ se refieren a la relación que existe entre el diámetro de las partículas, la densidad y otras propiedades físicas y la concentración de los minerales contenidos en las menas lateríticas; sin embargo, resulta poco estudiado el efecto que provoca la reducción del tamaño en el grado de liberación de los componentes de la mena, lo cual tiene gran importancia en el beneficio mineral.

Para la realización de las pruebas, tanto a escala de laboratorio como de banco, se tomaron muestras de la mena en los transportadores de banda que alimentan la planta de preparación de mineral. Los experimentos se realizaron por el método factorial completo para tres variables y dos niveles según se expone en la tabla 1.

Tabla 1. Variables y niveles

Variable	Nivel máximo	Nivel mínimo
Tamaño de la descarga del triturador (mm), X_1	12	4
Tiempo de molienda (S), X_2	900	0
Tiempo de lavado (S), X_3	360	120

Como parámetros de control o función respuesta se fijaron:

$(\gamma^{-0,833+0})$ Salida de la clase $-0,833 + 0$ mm.

$(\gamma^{-0,074+0})$ Salida de la clase $-0,074 + 0$ mm.

$(\beta_{Ni}^{-0,074+0})$ Contenido de níquel en la clase $-0,074 + 0$

$(\beta_{Mg}^{-0,074+0})$ Contenido de magnesio en la clase $-0,074 + 0$

$(\beta_{Ni}^{-0,149+0,074})$ Contenido de níquel en la clase $-0,149 + 0,074$

$(\beta_{Mg}^{-0,149+0,074})$ Contenido de magnesio en la clase $-0,149 + 0,074$

Las pruebas a escala de banco se desarrollaron según el esquema de la figura 1

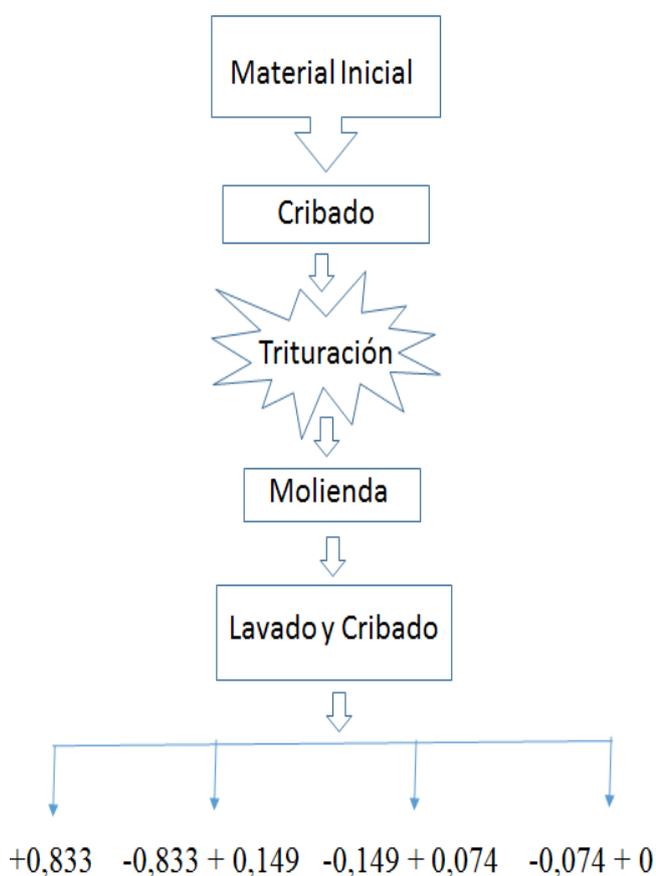


Fig. 1 Esquema de trabajo para el estudio de preparación de mineral.

Resultados a escala de laboratorio

En la tabla 2 se exponen los resultados del análisis de regresión para determinar la adecuación del modelo y en la tabla 3 aparece el valor medio de las pruebas. El análisis de regresión indica que la salida del producto $-0,833 + 0$ mm cuando se utilizan operaciones de trituración y molienda, no depende del tiempo de lavado y requiere de un menor tamaño de trituración y de mayor tiempo de molienda. Los contenidos de níquel para el nivel básico disminuyen respecto al alimentado en la fracciones $-0,149 + 0$ mm y $-0,074 + 0$ mm cuando se incrementa el tiempo de molienda; las variables tiempo de lavado y tamaño de trituración resultan menos definidas. En los niveles básicos de las variables existe una tendencia al incremento del magnesio hacia las clases más gruesas.

En el caso particular de la clase $-0,149 + 0,074$ mm, el aumento del tiempo de molienda del mineral puede disminuir el contenido de magnesio de la misma al pasar este elemento a granulometrías más finas, de aquí el valor negativo del coeficiente, lo que indica que si se disminuye el valor de esta variable, se incrementará el contenido de magnesio en la clase.

Tabla 2. Resumen del análisis de regresión

Clase de tamaño (mm)	Coeficientes de regresión					S _y ²	t.S _b	F _{cal}	F _{tab}	Parámetro de control
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₁₂₃					
-0,833 + 0	90,6	-2,68	9,41	-0,54	0,08	5,03	1,5	2,47	3,84	γ
-0,074 + 0	82,39	-3,75	12,32	-0,21	-0,24	7,23	1,8	3,42	3,84	γ
-0,074 + 0	1,39	-0,003	-0,045	0,013	-0,015	0,0026	0,023	0,31	3,84	β _{Ni}
-0,074 + 0	0,51	0,014	0,091	0,006	-0,007	0,0028	0,035	1,82	3,84	β _{Mg}
- 0,149 + 0,074	1,22	0,004	-0,091	-0,016	-0,014	0,0018	0,03	0,52	3,84	β _{Ni}
- 0,149 + 0,074	0,48	-0,015	0,03	0,005	0,005	0,001	0,02	0,85	3,84	β _{Mg}

Las ecuaciones de regresión que resultan del estudio de la preparación mecánica del mineral, generalizan la tendencia de los componentes a concentrarse en determinadas granulometrías. El mayor contenido de níquel se obtiene en la clase -0,074 + 0 mm; por el contrario, el magnesio se enriquece hacia la clase -0,149 + 0 mm; esto apunta también hacia una adecuada liberación de componentes.

El modelo que describe el campo experimental en la preparación de pulpa (salida de la clase -0,833 + 0 mm), expresa que, al incluir operaciones de reducción de tamaño, el proceso de lavado puede mejorar sin modificar sus parámetros principales. Al romper los vínculos mecánicos creados por las arcillas entre las partículas que componen la mena, resulta más efectiva la acción lavadora del agua. El incremento del tiempo de molienda afecta el contenido de níquel y aumenta el de magnesio. Conociendo lo perjudicial que resulta el magnesio en la lixiviación y, además, que sólo se requiere romper los vínculos entre partículas y no la estructura

cristalina de la roca, puede obviarse el proceso de molienda, y obtener índices tecnológicos adecuados disminuyendo el tamaño de trituración.⁴

La función de aproximación para la preparación de la mena se puede expresar de la siguiente manera: $Y = b_0 - b_1 X_1$

Al descartar la molienda atendiendo al análisis de regresión efectuado y a la no significación de las variables de entrada en el proceso de lavado, cuando se incluyen operaciones previas de trituración en el proceso de preparación de la mena laterítica y según los resultados de la tabla 3, se puede establecer la ecuación del modelo estadístico:

$$Y = 81,68 - 4,86 X_1$$

Si (-1) equivale al valor mínimo de la variable X₁ (4 mm) y (1) a su valor máximo (12 mm), entonces el diámetro del producto triturado:

$$I = a X_1 + b, Y$$

$$(4 = -a + b) + (12 = a + b) = (16 = 2b),$$

Tabla 3. Valor medio de las pruebas

N ₀	Variables			Salida en las clases de tamaño, (%)				Contenido en las clases de tamaño, (%)					
	X ₁	X ₂	X ₃	-0,83+0	0,83+0,149	0,149+0,074	0,074+0	-0,83+0,149		0,149+0,074		-0,074+0	
								Ni	Mg	Ni	Mg	Ni	Mg
1	+	+	+	100	0,57	3,52	94,9	1,10	0,61	1,18	0,55	1,33	0,59
2	-	+	+	100	0,88	3,09	95,02	1,11	0,55	1,22	0,54	1,36	0,55
3	-	-	+	85,32	5,55	2,99	76,77	1,19	0,66	1,20	0,50	1,42	0,37
4	-	-	-	87,78	3,16	4,96	78,67	1,20	0,52	1,27	0,48	1,43	0,38
5	+	-	-	76,75	11,81	4,07	62,78	1,21	0,53	1,27	0,43	1,48	0,28
6	+	+	-	100	0,54	3,79	94,82	1,13	0,48	1,23	0,49	1,33	0,58
7	-	+	-	100	0,86	2,98	96,15	1,18	0,60	1,19	0,48	1,34	0,55
8	+	-	+	74,84	9,89	4,95	62,05	1,15	0,41	1,23	0,41	1,48	0,42

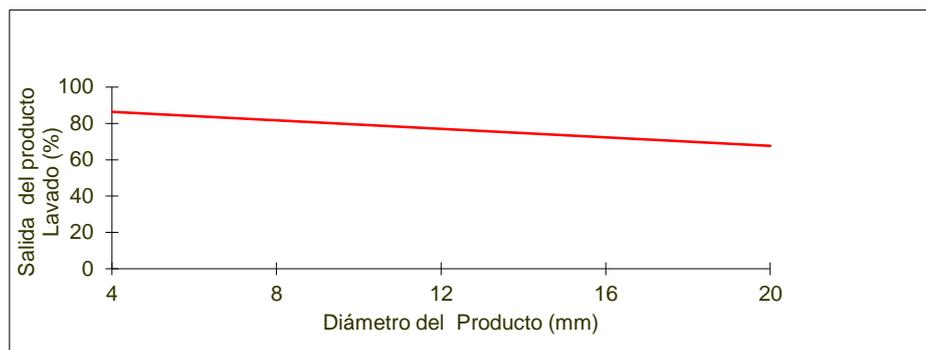


Fig. 2 Relación entre el tamaño de trituración y la eficiencia del lavado.

Siendo $a = 4$, $b = 8$ y $X_1 = \frac{I - 8}{4}$

Por tanto: $Y = 91,04 - 1,17I$

La ecuación establece la relación del diámetro de las partículas con la efectividad del proceso de preparación de la mena laterítica. Se puede apreciar la dependencia de la salida del producto lavado con respecto al diámetro de trituración lo que pone de manifiesto la importancia de incluir esta operación previa al proceso de lavado (Fig. 2).

Resultados a escala de banco

El análisis granulométrico de la mena alimentada y del producto de rechazo se expone en la tabla 4. El porcentaje de rechazo se calculó por la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\beta_A^{+0,833}}{\beta_R^{+0,833}} \cdot 100$$

Donde:

R : Porcentaje de rechazo.

$\beta_A^{+0,833}$; Contenido de la clase + 0,833 mm en el mineral alimentado.

$\beta_R^{+0,833}$; Contenido de la clase + 0,833 mm en el producto de rechazo %.

El valor obtenido para R fue de 5,81 %. La eficiencia del proceso se determina según la ecuación:

$$E = 100 - R \frac{\beta_R^{-0,833}}{\beta_A^{-0,833}}$$

$$E = 98,60 \%$$

Los resultados obtenidos corroboran en la práctica (a escala de banco) la veracidad de las ecuaciones de regresión. Cuando se utilizan operaciones de reducción de tamaño, no es necesario modificar las condiciones de lavado, quedando demostrado que la trituración antes del lavado permite lograr una eficiencia en la preparación del mineral de 98,6 % y disminuir el porcentaje de rechazo a 5,81 %.

Tabla 4. Composición granulométrica de los productos

Clases de tamaño, mm	Salida de los productos, %	
	Alimentado	Rechazo
+ 0,833	4,5	77,45
-0, 833 + 0,4	8,09	2,08
-0,4 + 0,2	17,50	1,40
-0,2 + 0	69,91	19,07

En el proceso de preparación de mineral para la tecnología extractiva ácida a presión, la sustitución del proceso de lavado por la reducción fina (molienda) para tratar la masa mineral, no indica resultados satisfactorios debido al incremento del magnesio en las fracciones pequeñas, lo que traería consecuencias negativas en los índices de consumo de ácido sulfúrico en la lixiviación;

sin embargo, es posible incrementar la eficiencia en la preparación mecánica del mineral por vía húmeda a más de 90 % (en las condiciones actuales sólo se logra una eficiencia de alrededor de 80 %), sin necesidad de modificar las condiciones actuales del lavado introduciendo simplemente la trituración previa de la mena; esto facilita la operación de lavado al romper los vínculos mecánicos establecidos entre las partículas por las sustancias arcillosas, y disminuye las pérdidas de componente valioso en el producto de rechazo.^{5,6}

Conclusiones

1. La trituración previa de la mena permite incrementar la eficiencia del proceso de preparación de la mena laterítica por vía húmeda y mejorar la calidad de la alimentación al proceso extractivo.
2. La reducción fina (molienda) de la masa mineral es desfavorable para la tecnología ácida a presión porque incrementa el contenido de magnesio en la pulpa y con ello el consumo de ácido sulfúrico.
3. Con el incremento de la eficiencia en el proceso de preparación de mineral, se pudieran

recuperar volúmenes significativos de material de rechazo, mejorar la eficiencia del proceso metalúrgico en general y mitigar el impacto de la industria en el medio ambiente.

Referencias

- 1.- J. Falcón, "Preparación mecánica de los minerales lateríticos", *Tecnología Química*, **1993** IX (3): 87-92.
- 2.- A. Rojas-Purón. "Valoración mineralógica-económica del material de rechazo de la planta de preparación de pulpa del yacimiento Moa", *Rev Min. y Geo*, **1991**, Vol. 3: 69-73.
- 3.- A. Hernández, J. Falcón, "Preparación y beneficio de minerales lateríticos en el proceso 3.- ácido a presión", *Minería y Geología*, **1993**, 3, 51-54.
- 4.- A. Hernández, Beneficio de la mena laterítica. Actualidad y perspectivas. *Minería y geología* **2010** Vol. 26, N.1.
- 5.- A. Hernández, Preparación y beneficio de las lateritas, *Revista Brasil minería*, **2006** No 253.
- 6.- A. Hernández, Evaluación tecnológica del yacimiento Pinares de Mayarí Este. Caracterización y beneficio de la mena alimentada al proceso extractivo. *Revista INFOMIN* **2010** Vol. 2, No. 3.

Síntesis de la Estricnina: Enseñanzas de una molécula

Investigación
Química

Alfredo Rodríguez Puentes
Departamento de Química Orgánica. Facultad de Química.
Universidad de La Habana
alfred@fq.uh.cu



Aparece en la obra cinematográfica de Alfred Hitchcock, “*Psycho*” en manos del asesino en serie Norman Bates; quien, al conocer las pretensiones matrimoniales de su madre, decidió matarla junto a su amante usando este producto natural.¹ Con similares propósitos Agatha Christie, la emplea en su *best seller* “*The Mysterious Affair at Styles*” al mostrar a la acaudalada Emily Inglethorp envenenada con este alcaloide.² Ficción aparte, lo cierto es que la estricnina es una potente neurotoxina, que provoca agitación, orina oscura, convulsión muscular, dificultad para respirar y finalmente una horrenda muerte por asfixia.³

Poseyendo estas características, no es extraño que tanto el rey del suspenso como una de las mejores escritoras de policíacos de todos los tiempos la hayan seleccionado como “*via mortis*” en sus respectivas creaciones artísticas. Aun hoy en día se emplea como veneno, especialmente como pesticida en la eliminación de roedores y algunas aves que afectan los cultivos agrícolas (Fig. 1).⁴



Fig.1 Frasco comercial de estricnina (siglo XX)

La estricnina fue aislada en 1818 de las semillas de la nuez vómica (*Strychnos nuxvomica*) (Fig. 2),⁵ mientras que su composición elemental fue determinada en 1838.⁶ Desde 1880 hasta 1948 se realizaron gran variedad de estudios de degradación que permitieron a los laureados con el Nobel de química, Sir Robert Robinson y Robert B. Woodward determinar su estructura.⁶ En cierta ocasión el propio Robinson opinó acerca de la estricnina que: “para su talla molecular es la sustancia más compleja conocida”,⁷ y no estaba errado, ya que la estricnina se compone de un complejo sistema policíclico, integrado solamente por 24 átomos. Además, para mayor complejidad posee 6 carbonos asimétricos distribuidos dentro de dicho sistema anular.



Figura 2. Nuez vómica⁵

A pesar de todo ello, y después de 8 largos años de investigación en 1954, Woodward fue el primer químico que culminó con éxito la síntesis total de la estricnina.⁸ El impacto que este resultado tuvo en el desarrollo posterior de la síntesis orgánica fue trascendental, ya

que demostró la posibilidad de sintetizar moléculas de gran complejidad estructural, partiendo de otras mucho más sencillas. Además, contribuyó grandemente a la forma estratégica de analizar la evidencia experimental y traducirla a una ruta sintética racional para la obtención de un producto. Con posterioridad a esta primera síntesis se han reportado otras 17 síntesis totales de la estrictina.⁹ De modo que esta molécula en sí misma, constituye un imponente curso avanzado de síntesis orgánica.

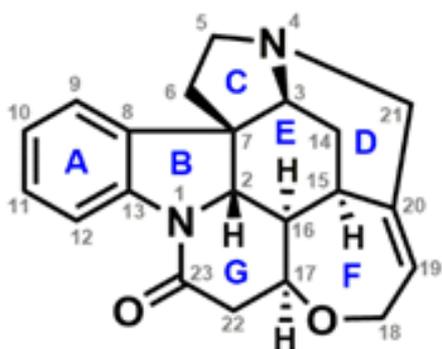
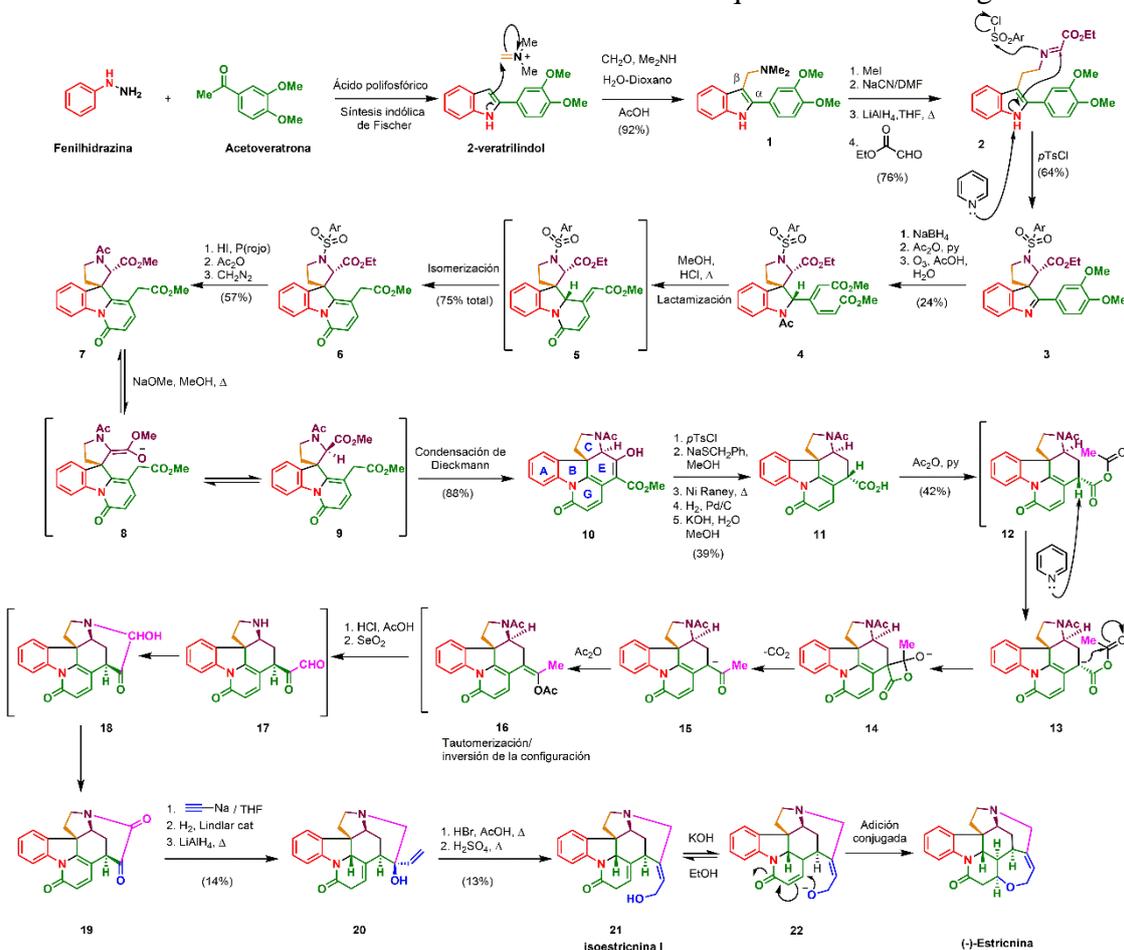


Fig. 3 Estructura numerada de la estrictina

El reto fundamental en la síntesis de la estrictina radica en los tres anillos condensados C-D-E. Debido a que contienen 5 de los 6 carbonos asimétricos que posee la molécula, incluyendo al carbono cuaternario en **C7** (Fig. 3.). Por otra parte, la inclusión del doble enlace (*E*) estereoselectivo entre **C19** y **C20** constituye otro reto a tener en cuenta.

El **esquema 1** ilustra la inspiradora y elegante ruta sintética de Woodward, para la obtención de la estrictina. Mediante los colores asignados a cada uno de los componentes estructurales de este compuesto, se aprecian los sorprendentes reordenamientos y cambios en la disposición espacial de los átomos de la molécula durante la síntesis.

La síntesis comienza con la obtención del 2-veratrilindol (**2**) mediante una condensación indólica de Fischer, empleando dos reactivos comerciales como son la fenilhidrazina y la acetoveratrona. Seguidamente, se instala una cadena alquílica con un nitrógeno terciario,



Esquema 1. Ruta sintética para la obtención de (-)-Estrictina por Woodward.

mediante una base de Schiff. La posterior metilación de dicho nitrógeno, permite su sustitución por el grupo nitrilo; el cual al ser reducido y tratado con glicoxilato de etilo garantiza la obtención de otra imina (**2**).

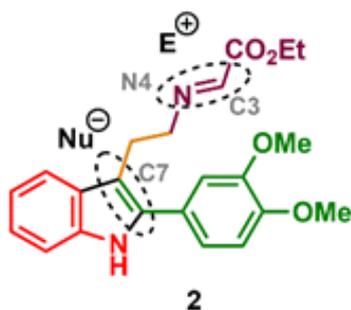


Fig. 4 Posición nucleofílica en C7 y electrofílica en C3 en el intermediario **2**.

El intermediario **2**, contiene una posición nucleofílica (**C7**) en el anillo indólico (en rojo) y una posición electrofílica en **C3** (en carmelita). Debido a que estas dos posiciones complementarias se encuentran cercanas en el espacio, Woodward logró una ciclación en condiciones suaves de reacción (**3**) (**Esquema 1**). Resulta muy notable como logra, en un solo paso de reacción incrementar la reactividad del doble enlace del anillo indólico y de la posición electrofílica de la imina, al mismo tiempo que el nitrógeno **N4** (**Fig. 4**) queda protegido por el grupo tosilo. El próximo paso de reacción es de un ingenio extraordinario e ilustra la importancia de tener una visión estratégica a largo plazo desde el comienzo mismo de la síntesis. El grupo veratril (en verde) ha protegido al carbono alfa del nitrógeno indólico desde el inicio de la síntesis, lo cual permitió formar el anillo C; sin riesgo de ocurrencia de reacciones colaterales por esta posición. Al mismo tiempo, el anillo veratrílico se encuentra muy activado por los metoxilos, lo cual permitió mediante una ozonólisis romper la aromaticidad del sistema y obtener dos esteres α , β insaturados (**4**). Llegado este punto, se realiza un proceso de lactamización para obtener el anillo **G** con posterior isomerización para lograr el intermediario **6**. Por otro lado, e independientemente de las condiciones

drásticas de isomerización (HCl, en metanol, y calor), no se observan procesos de transesterificación en **C14**. Un aspecto curioso en la inserción en la ruta sintética de las reacciones de oxidación del anillo veratrílico y de lactamización, radica en el hecho que fueron inspiradas sobre la hipótesis, de que la biosíntesis de la estricnina transcurría por un mecanismo de reacción similar. Posteriores estudios biológicos demostraron que dicha hipótesis fue incorrecta.¹⁰ Llegado este punto de la síntesis Woodward había logrado obtener 4 de los 7 anillos presentes en la estricnina.

El intermediario **7** contiene los centros reactivos necesarios para obtener el anillo E. Para lograr este objetivo, Woodward desea realizar una condensación de Dieckmann; sin embargo, la orientación espacial de **C3** no es la correcta para enlazarlo con **C14**. Luego, se sustituye la protección de **N4** (protegido con el grupo tosilo), mediante la formación de acetamida. Este cambio de grupo protector, permitió finalmente lograr mediante hidrólisis básica invertir el centro **C3** y realizar de manera eficiente la condensación de Dieckmann para obtener el anillo E. (Ver Figura 5). En este paso se ha obtenido un intermediario avanzado de la síntesis total. Se puede observar que el próximo gran evento será la instalación de un anillo D, el cual conectará al carbonilo en **C20** con **N4** pasando por encima del mencionado anillo E (**Esquema 1**, **17**→**18**).



Fig. 5 La inversión de la configuración en C3 para lograr una disposición espacial correcta del grupo $-\text{COOEt}$ (**3b**) previo a la condensación de Dieckmann.

Llegado este momento y después de 8 pasos de reacción se logra instalar el anillo **D** obteniendo el intermediario dicetónico **19**

(Magenta y azul). En el siguiente paso se instalan los dos últimos átomos de carbono de la estructura estricnínica. El intermediario obtenido se nombra “isoestricnina I”, el cual era conocido con anterioridad, como el producto principal de degradación de la estricnina. De modo que, mediante una adición de Michael intramolecular del grupo hidroxilo enlazado a C18 con el doble enlace de la amida α , β insaturada de anillo G se pudo obtener la estricnina.

Si se observan las metodologías de síntesis que Woodward empleó en la obtención de la estricnina, podremos notar de inmediato nombre de reacciones comunes en síntesis orgánica como son: condensación de Dieckmann, adición de Michel, hidrogenación de Lindlar entre otras. Ello indica que Woodward logró sintetizar la molécula más “compleja” de aquella época valiéndose solamente del puñado de reacciones orgánicas disponibles en aquellos tiempos. Este hecho evidencia no solo su fuerza intelectual e intuición sino el estilo y la elegancia de sus maniobras sintéticas para lograr vencer los disímiles obstáculos encontrados en esta fascinante aventura. Si se toma en cuenta además que la determinación estructural de la estricnina se realizó mediante ensayos químicos (aún no se había desarrollado la espectroscopía), el mérito resulta mayor aún. En resumen, la síntesis de la estricnina por Woodward, fue el acontecimiento científico que marcó el comienzo de la época dorada en la síntesis total de productos naturales.

Referencias

- 1.- Hitchcock, Alfred. *Psycho*. **1960**.
- 2.- Christie, Agatha. *The Mysterious Affair at Styles*. John Lane Company. The Bodley Head. **1921**.
- 3.- Gupta, Ramesh C.; Patocka, Jiri. *Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents*. Londres: Academic Press. **2009**.
- 4.- a) Franz, D.N. *The Pharmacological Basis of Therapeutics*. 5th ed. Goodman, L.S.; Gilman, H., editors. MacMillan, New York: **1975**. p. 359-361. b) Barron S.E; Guth P.S. *Trends Pharm. Sci.* **1987**, 8, 204–206.
- 5.- a) Pelletier P.J, Caventou J.B. *Ann. Chim. Phys.* **1818**, 8, 323. b) Pelletier PJ, Caventou J.B. *Ann. Chim. Phys.* **1819**, 10, 142.
- 6.- a) Huisgen R. *Angew. Chem.* **1950**, 62, 527–534. b) Robinson R. Cook. J.W. *Progress in Organic Chemistry*. **1952**, 1, 12.
- 7.- Robinson, R. *Progress in Organic Chemistry*. Cook, J.W., 1. Butterworths, **1952**. 2.
- 8.- Woodward R.B; Cava M.P; Ollis W.D; Hunger A; Daeniker H.U; Schenker K.; *J. Am. Chem. Soc.* **1954**, 76, 4749–4751.
- 9.- a) Revisiones: Beifuss U. *Angew. Chem. Int. Ed.* **1994**; 33, 1144–1149. b) Bonjoch J, Solé D. *Chem. Rev.* **2000**, 100, 3455–3482. c) Mori M. *Heterocycles*. **2010**, 81, 259–292. Roth K. *Chem. Unserer Zeit.* **2011**, 45, 202–218. d) Cannon, Jeffrey S.; Overman Larry. E. *Angew Chem Int Ed Engl.* **2012**, 51, 18, 4288–4311.
- 10.- Berson J.A. Capítulo. 8. *Chemical Discovery and the Logicians*. Wiley. **2003**.

Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 7: La publicación de los resultados científicos

Enseñanza
de la
Química

Manuel Álvarez Prieto
Departamento de Química Analítica. Facultad de Química. Universidad de
La Habana
malvarez@fq.uh.cu



Este artículo es la continuación de una serie de otros destinados a exponer las normas fundamentales que, desde el punto de vista personal del autor, rigen el pensamiento, la conducta y el proceder durante las labores científicas. En el primer artículo de la serie se enumeraron lo que el autor ha denominado principios del trabajo científico.¹ En los artículos siguientes se discutieron varios de esos principios.² El sexto principio está relacionado con la divulgación de los resultados científicos y los diferentes escenarios y formas para ello. Ese principio quedó redactado como **“Es necesario e importante divulgar los resultados de la investigación científica”**.

En la breve exposición que se hizo a continuación,² además de mencionar algunas de esas formas y escenarios para exponer los resultados de la investigación científica, se enfatizó en que la publicación de dichos resultados es una vía apropiada para lograr su divulgación, puede decirse que la fundamental. El objetivo de este artículo es presentar algunas ideas generales sobre el proceso para la publicación de los resultados de la investigación científica.

El término publicación (del latín *publicatio*, -ōnis) está relacionado con el concepto publicar (del latín *publicāre*) tiene entre sus acepciones tres de interés para esta discusión: la primera es hacer notorio o patente, por televisión, radio, periódicos o por otros

medios, algo que se quiere hacer llegar a noticia de todos, la segunda hacer patente o manifiesto al público algo y la tercera difundir por medio de la imprenta o de otro procedimiento cualquiera un escrito, una estampa, etc. A su vez, publicación está relacionado con público (del latín *publicus*) algo que es notorio, patente, manifiesto, visto o sabido por todos y también perteneciente o relativo a todo el pueblo.³ En breves palabras, la publicación de los resultados científicos es ponerlos a disposición de todos para que sean conocidos. Y debe realizarse en un soporte informativo permanente y comprobable en el tiempo.⁴

La forma fundamental de publicar los resultados científicos es en las revistas científicas. Generalmente ellas se editan usando como soporte el papel, y muchas de ellas (especialmente las más importantes) también tienen una página web de internet, de donde se pueden bajar las publicaciones científicas en formato digital o enviar un manuscrito. La edición de ciertas revistas ha cesado y han desaparecido. Esas revistas han dejado de ser permanentes en el sentido de que ha cesado la edición. Pero continúan siendo permanentes en el sentido de que se encuentran formando parte de los fondos bibliotecarios alrededor del mundo.

Las revistas más importantes y de mayor prestigio en el campo científico aplican el llamado proceso de revisión por pares. Este

consiste en que antes de ser publicado un artículo, su manuscrito se somete a su revisión por especialistas del campo del conocimiento en donde se ubica el contenido del artículo. A esos especialistas se les llama pares, por poseer una especialidad igual o semejante a la de los autores del artículo. Ellos se encargan de analizar el manuscrito y realizar críticas a los aspectos de contenido y forma, con el interés de mejorarlo y elevar la calidad de la publicación. A veces, a esos revisores (o asesores) se les denomina incorrectamente “árbitros” y al proceso “arbitraje”. Realmente ellos son revisores. En todo caso, el árbitro como persona que arbitra en un conflicto entre partes es el editor de la revista. Por una parte, están los autores y por la otra los revisores. El editor tiene entre sus funciones mediar entre los autores de un manuscrito y los revisores, con el interés de viabilizar, facilitar el proceso de revisión por pares, y resolver positivamente las diferencias de opinión entre las partes, si éstas surgen. No obstante, el editor también puede emitir críticas y opiniones. En algunos casos, especialmente las revistas internacionales que publican una gran cantidad de artículos al año, pueden tener más de un editor. Los editores pueden calificarse de varias formas, en dependencia de los rasgos de sus funciones específicas. Así, se pueden calificar como editor en jefe, editor ejecutivo, editor asociado, editor regional o de otra manera.

Es posible que el manuscrito sea aceptado tal como fue enviado, lo cual ocurre raramente. También puede ocurrir que los revisores hayan propuesto cambios extensos o pequeñas modificaciones del manuscrito. Por último, puede que el manuscrito sea rechazado para su publicación. Más aún, si el tema del artículo, su organización, la presentación de los objetivos, el uso del idioma y otros elementos distan mucho de ser apropiados, el manuscrito puede rechazarse, incluso antes de que intervengan los revisores. En todo caso, y

en última instancia, el que toma la decisión sobre los cambios a realizar en el manuscrito, o que éste sea aceptado para su publicación o no, es el editor.

Las revistas que tienen una buena organización del proceso de edición, recomiendan el uso por parte de los autores de documentos que establecen pautas o lineamientos sobre los artículos que se publican en la revista y la forma de presentarlos.

A menudo esos documentos se titulan algo así como “Guía para los Autores”, y generalmente están disponibles en los sitios web de las revistas. En ellos se señala el campo del conocimiento en el cual se especializa la revista, si su perfil editorial no es general, como ocurre a menudo. Eso constituye una guía útil para los autores con el interés de escoger la revista para publicar. En esos documentos también se señala la forma de estructurar los artículos, las secciones que deben tener. Las secciones y sus denominaciones pueden variar entre diferentes revistas, pero más o menos se corresponden con un orden general, ampliamente aceptado. Generalmente, la estructuración de los artículos y la denominación de las secciones no son elementos rígidos, sino que puede haber algunas variaciones dependiendo del tipo de artículo, su contenido y su extensión. En futuros artículos de esta serie se abordará en detalle el proceso de escritura de los artículos científicos.

Las revistas que tienen una buena organización del proceso de edición, también recomienda el uso por parte de los revisores de documentos guías para desarrollar el proceso de revisión de los artículos. En esos documentos, que a menudo tienen diferentes denominaciones o simplemente “Guía para los Revisores”, establecen pautas sobre elementos de contenido y forma que deben poseer los manuscritos, para ser publicados. En esos

documentos, se recomienda explícitamente que los revisores valoren elementos de contenido, tales como novedad y originalidad de los resultados, validez de los métodos empleados, extensión del manuscrito, uso de la literatura científica, valor de las conclusiones y muchos otros elementos importantes.

Entre los elementos de forma, esos documentos recomiendan a los revisores la apreciación sobre el uso del idioma, la claridad de la redacción, el uso de los términos, conceptos, símbolos y unidades, la estructuración del manuscrito y las secciones en las cuales se divide, etc. En todos los casos, es recomendable que los autores consulten esos documentos guías, para que se escriba apropiadamente el manuscrito que será enviado para su publicación. Eso es especialmente útil para los científicos jóvenes.

La lectura de esos documentos guías también puede ayudar a los autores a determinar si la revista escogida para la publicación es apropiada o no. Es decir, para decidir si el contenido del artículo se corresponde con la línea editorial de la revista. Hay miles de revistas científicas.

Por ejemplo, la lista de índices de impacto de las revistas emitida por el Institute of Scientific Information (ISI) en 2010 contiene más de 8000 revistas.⁵ El autor de este artículo revisó el conjunto de revistas, y sobre la base de su experiencia personal y conocer que algunas publican trabajos de diferentes ramas de la Química, encontró que aproximadamente más de 70 de ellas publican trabajos sobre Química Analítica.

Precisar el número de revistas que publican sobre un campo particular es muy difícil. Además, hay que tener en cuenta que la lista de ISI no contiene todas las revistas científicas que se editan. Hay muchas de un pobre factor de impacto que pasan inadvertidas, especialmente aquellas con una difusión limitada a ámbitos nacionales o de otro tipo



Fig. 1 El Pensador de Auguste Rodin (1840-1917)

En la figura 2 se muestra un diagrama con la lógica del proceso de publicación de un artículo. En primera instancia, el autor corresponsal envía el manuscrito a la revista (ya sea por correo ordinario, electrónico o a través de la página web de la revista). El autor corresponsal es el que mantiene la correspondencia con el editor, es decir, es el enlace entre los autores y el editor. En las revistas que tienen mayor reconocimiento y página web, a menudo se muestran vínculos separados para los autores (para el envío de los artículos y acceder a informaciones de interés), para los revisores y para el editor. Cuando los autores acceden al vínculo denominado algo así como “Autores” o “Enviar un artículo”, ocurre una redirección a otra página que contiene una aplicación computacional para la edición inicial del manuscrito de acuerdo a un formato normalizado. Otra variante consiste en bajar previamente una plantilla del editor de texto utilizado para la escritura del manuscrito, de modo tal que éste se escriba en un formato muy parecido a la versión editada final. A continuación, el editor procede a la preselección editorial. Mediante ella, el editor decide si el contenido del manuscrito se ajusta a la revista, si tiene suficiente valor para ser publicado, si se hace un uso apropiado del idioma y si básicamente se cumplen las normas editoriales de la revista. En caso de que no se satisfaga alguno de esos elementos básicos, el editor puede rechazar el manuscrito y se lo notifica al autor corresponsal. Si el

contenido del manuscrito no se ajusta a la revista, casi seguro que el rechazo será definitivo. Por otra parte, si el editor considera que el manuscrito no tiene suficiente valor para su publicación, por falta de novedad u originalidad científica, por el pobre planteamiento de los objetivos, u otras causas esenciales, seguramente será rechazado. No obstante, el autor corresponsal puede comunicarse con el editor y argumentar en contra de la decisión. Algunas revistas exigen que junto con el manuscrito se envíe al editor una carta explicativa (en inglés cover letter o

covering letter), en donde se argumentan las razones por las cuales los autores consideran que el artículo debe ser publicado en esa revista.⁷ Esas razones incluyen elementos tales como la originalidad y la novedad de los resultados, el valor y significado de éstos, las posibles aplicaciones de los resultados, la afinidad del contenido del artículo con la línea editorial de la revista, y el por qué el artículo puede ser de interés para el círculo de lectores de la revista. La carta explicativa ayuda al editor para decidir sobre el manuscrito en el proceso de preselección editorial.

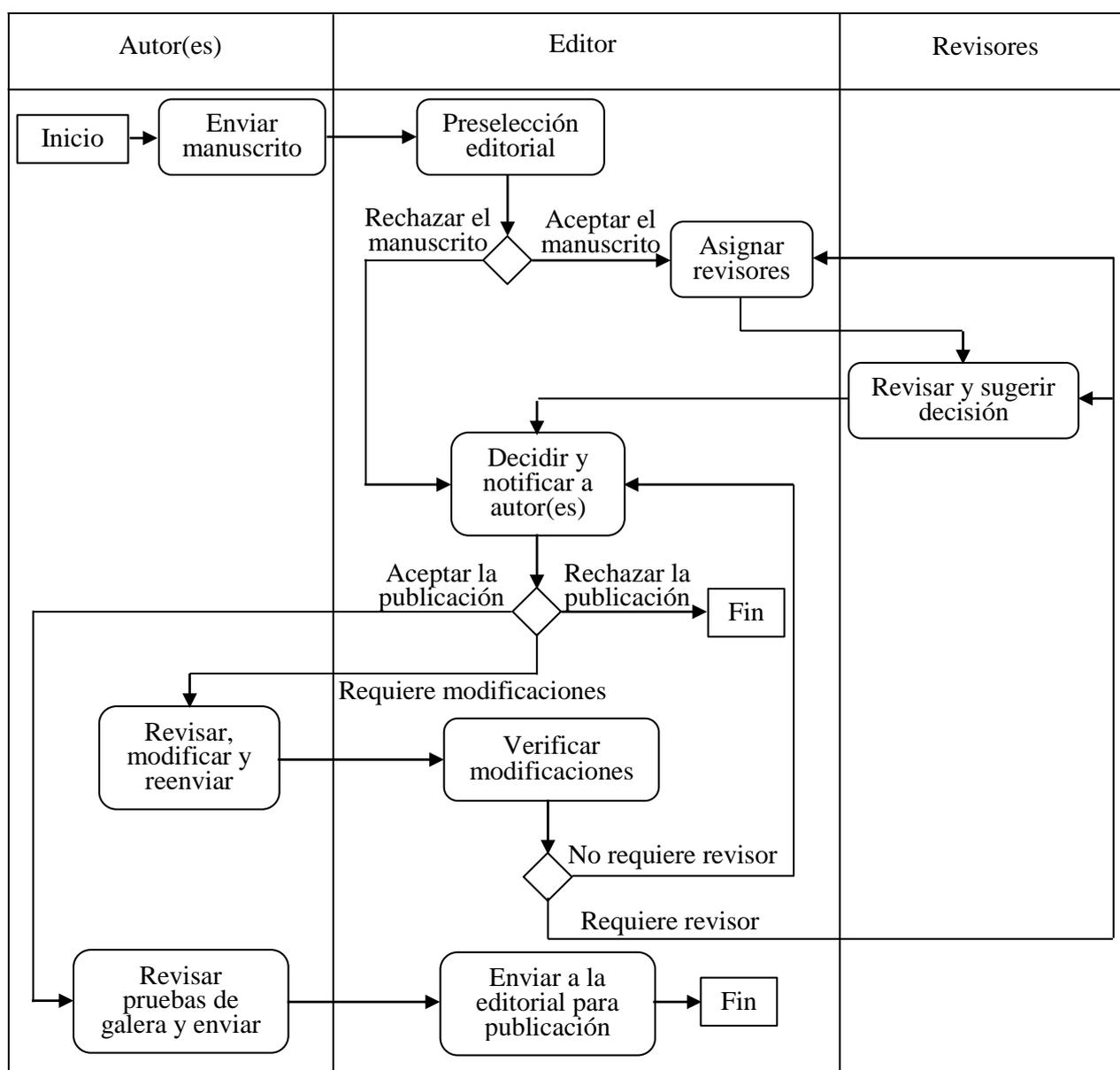


Fig. 2. El proceso de publicación de un artículo en una revista (tomado de la referencia 6, con modificaciones).

Si en el proceso de preselección editorial, el editor considera que el manuscrito tiene el valor científico suficiente para que sea sometido al proceso de revisión por pares, acepta iniciar dicho proceso y designa a los revisores que se encargarán de analizarlo. El número de revisores queda a criterio del editor, pero normalmente y en una primera instancia, son dos o tres. Sobre la base del desenvolvimiento del proceso de revisión, el editor puede designar posteriormente revisores adicionales.

El proceso de revisión por pares puede ser a “simple ciega” (en donde los autores no conocen la identidad de los revisores, pero al revés sí), a “doble ciega” (ni autores ni revisores conocen la identidad de la otra parte) o ambas partes pueden conocer la identidad de la otra. El método más empleado es el de “simple ciega”. Los tres métodos tienen ventajas y desventajas, así como defensores y detractores.

Cuando se emplea el método de “simple ciega”, a veces durante el proceso de envío del manuscrito, se solicita que el autor corresponsal sugiera los nombres de potenciales revisores, y sus correos electrónicos u otra forma de localización. Las razones para ello son diversas. Por un lado, ayuda al editor a designar revisores que tengan conocimientos y experiencia suficientes en el objeto del conocimiento que se aborda en el manuscrito. Por otra parte, tanto los autores como el editor pueden evitar conflictos innecesarios con especialistas afines, con los cuales puede existir algún tipo de rivalidad científica o competencia. En cualquier caso, los autores que hagan uso de esa prerrogativa, deben actuar éticamente y sugerir nombres de potenciales revisores que puedan contribuir al mejoramiento del manuscrito. El trabajo científico en general y la publicación de artículos en particular debe estar guiado por principios éticos. Sobre ellos se discutirá *in extenso* en otros artículos de esta serie.

Posteriormente, el editor se comunica con los revisores designados de alguna forma (hoy en día eso se realiza generalmente mediante correo electrónico), y les solicita su actuación como revisores. Generalmente esa solicitud se acompaña de una fecha límite para enviar sus comentarios al editor. Cada uno de ellos tiene la facultad de aceptar la función como revisor o no, sobre la base de considerar sus conocimientos específicos sobre el objeto del conocimiento científico que se aborda en el manuscrito, las fechas límites señaladas por el editor y otros aspectos. Se pudiera decir que en general, los límites en fecha para que los revisores envíen sus comentarios al editor se han acertado en los últimos años, tomando en cuenta las mejoras en las comunicaciones que se han logrado hoy en día. Tal vez, otro factor que ha contribuido a acortar el tiempo de revisión, es la elevada competitividad existente entre revistas afines, dado que los autores consideran positivamente que los tiempos de revisión por pares sean cortos. De cualquier forma, siempre que no existan razones de peso para ello, los revisores deben aceptar la tarea de revisión y cumplir con los límites de fecha establecidos por principios éticos. Un elemento básico que contribuye a ese proceder es que todos los científicos deseamos que nuestros trabajos sean publicados en un tiempo lo más breve posible. Una demora innecesaria por parte de los revisores puede entenderse como un obstáculo malintencionado y por tanto reprochable.

En el método de “simple ciega”, inicialmente los revisores no conocen las identidades de los otros revisores. Sin embargo, en ocasiones éstas llegan a conocerse al final del proceso si el editor confecciona un documento único con los informes de revisión, o si éstos están disponibles libremente en el sitio accesible para los revisores.

Durante el proceso de revisión, los revisores designados acometen la tarea de

revisar críticamente el manuscrito, tanto en aspectos de forma como de contenido. Como se mencionó anteriormente, algunas revistas tienen normalizados los elementos que deben analizar los revisores. Normalmente el proceso de revisión no es remunerado, pero es algo que realizarse por razones éticas. Si los revisores se comprometen en concluir su labor y entregar su informe de revisión en la fecha establecida, deben cumplir con el compromiso.

El proceso de revisión puede abordar muchos elementos, cuya mención aquí extendería demasiado este documento. Es apropiado que los revisores utilicen la guía para ellos cuando está disponible. Los revisores normalmente hacen comentarios y preguntas sobre el manuscrito con el interés de esclarecerse algún aspecto que no entienden y que les puede resultar oscuro. Los revisores deben pronunciarse sobre si el manuscrito debe publicarse o no, sobre la base de criterios objetivos. Pueden condicionar la publicación a la realización de modificaciones de forma o de contenido (o ambas) que deben sugerir.

Cuando el editor haya recibido los informes de todos los revisores, estudia esos informes, se hace una idea del manuscrito y eventualmente puede elaborar y escribir sus propias opiniones, que junto con los informes de los revisores son enviadas al autor corresponsal. En este paso el editor puede tomar cualquiera de los tipos de decisiones siguientes: 1) aceptar el manuscrito para su publicación tal como fue enviado (algo que ocurre raramente); 2) aceptarlo sobre la base de que se hagan modificaciones menores de acuerdo a los informes de los revisores; 3) aceptarlo solamente si se hacen modificaciones mayores, o 4) rechazar la publicación del manuscrito.

En líneas generales esos son los tipos de decisiones que se toman por el editor, aunque pueden manifestarse matices diferentes en diferentes revistas.

Valga el siguiente comentario. Un trabajo de revisión profesional debe fundamentar todas las críticas y observaciones que se realicen sobre el manuscrito. Es una obligación ética de los revisores brindar opiniones objetivamente fundamentadas. Se ha planificado un artículo de esta serie que discutirá en detalle la labor de los revisores, sus obligaciones y los elementos éticos que deben caracterizar su actividad como tal.

En una primera etapa de la revisión por parte de los revisores, pueden ocurrir casos diversos en cuanto a la sugerencia al editor: 1) que todos los revisores acepten el manuscrito para su publicación con o sin modificaciones; 2) que la mayoría lo acepte para su publicación; 3) que la mayoría lo rechace y 4) que todos los revisores lo rechacen. La decisión final es del editor. Aún en el último caso, el editor puede dejarle al autor corresponsal el derecho de réplica. Puede ocurrir que un revisor esté de acuerdo con publicar el manuscrito y otro no. Frente a esta circunstancia, el editor puede solicitar el concurso de otro(s) revisor(es). Ya sea que se acepte la publicación sin cambios, se requieran modificaciones o se rechace la publicación, el editor se lo notifica a los autores a través del autor corresponsal.

Ocasionalmente, es posible que las apreciaciones u opiniones de dos revisores sobre un aspecto específico se manifiesten en contradicción. No puede olvidarse que son actividades realizadas por seres humanos, entre los cuales se manifiesta la diversidad de opiniones. Ante esa situación el autor corresponsal debe tratar el asunto cuidadosamente, si es necesario con el editor, y actuar con sinceridad y ética.

En el caso de que el manuscrito no se rechace, y sea preciso realizar modificaciones, generalmente se le sugiere al autor corresponsal un límite de tiempo para que envíe las respuestas a los comentarios y las

respuestas a las preguntas de los revisores (contenidos en los informes de las revisiones), junto con el manuscrito al que se le hayan hecho las modificaciones necesarias. Los autores tienen el deber de analizar cuidadosamente los informes de revisión y responder a los comentarios y las preguntas de forma detallada, ya sea que los acepten o no. Si los comentarios conllevan modificaciones que se aceptan, éstas deben realizarse en el manuscrito, lo cual debe referirse explícitamente en las respuestas a los comentarios. Si las sugerencias de modificaciones no se aceptan, hay que expresar razones claras de ello.

Una vez recibidas las respuestas de los autores a los informes de los revisores, el editor las verifica detalladamente. Si no está de acuerdo con la no aceptación de algún comentario, o alguna de las respuestas a las preguntas, puede hacérselo saber al autor corresponsal y persuadirlo sobre el asunto. Si le resultan satisfactorias y convincentes las respuestas de los autores a los informes de los revisores, generalmente se las envía a los revisores, junto con el manuscrito modificado. A veces los revisores solicitan al editor el envío de esas respuestas, para proceder eventualmente a la sugerencia final con respecto a la publicación del artículo. Si el editor considera que las respuestas de los autores son satisfactorias, las modificaciones realizadas en el manuscrito apropiadas, que es innecesario enviarlas a los revisores y que no es necesario revisores adicionales, decide y notifica a los autores la aceptación del manuscrito para su publicación.

La experiencia personal del autor en su relación e intercambios con los revisores, es que generalmente las críticas, las observaciones, los comentarios y las preguntas de los revisores contribuyen grandemente al mejoramiento del manuscrito. Una pregunta sobre un aspecto que le parece oscuro a un revisor, un comentario sobre algo que los

autores no consideraron, una modificación que contribuya a esclarecer un párrafo o mejorar la presentación de los resultados, son algunos ejemplos de las múltiples mejoras del manuscrito que se pueden lograr. Han sido muy pocos los ejemplos en que esto no haya sido así. No obstante, los autores pueden discrepar de alguna opinión de un revisor. En ese caso tienen que ofrecer claramente sus argumentos, que deben fundamentar objetivamente. Si los autores tienen una convicción clara sobre un asunto, deben manejarlo respetuosamente con los revisores y eventualmente con el editor. Del mismo modo se da la circunstancia en que un revisor formula incorrectamente una pregunta. Los autores también tienen que manejar el asunto respetuosamente, y expresar las razones de ello.

Al recibir las valoraciones sobre los comentarios y las respuestas a las preguntas por parte de los autores, los revisores se pronuncian sobre ellas y pueden eventualmente emitir nuevos comentarios en un nuevo informe de revisión. Este ciclo puede repetirse una o varias veces.

Si el editor considera que no es necesario el concurso de los revisores, una vez realizadas las modificaciones exigidas y las valoraciones a los comentarios realizados, decide la publicación del manuscrito y se lo informa al autor corresponsal. A continuación, el editor envía el manuscrito a la casa editora. A partir de este momento, no se permite que los autores realicen modificaciones del manuscrito. Si ellos consideran que es necesaria una modificación del manuscrito con posterioridad a su envío a la casa editora, deben comunicarse rápidamente con el editor y solicitar su consentimiento sobre la base de razones de peso. Excepcionalmente, ese consentimiento puede ser otorgado, y requiere que el editor se lo informe al equipo o persona encargada de la edición del manuscrito en el formato normalizado de la revista. También

requiere la comunicación directa del autor corresponsal con dicho equipo.

Una vez el autor de este artículo tuvo la necesidad de realizar una modificación a un manuscrito, posteriormente a su envío a la casa editorial. Era necesario solamente cambiar una palabra por otra, que era su antónimo. Tal como estaba escrito el párrafo originalmente, la idea era exactamente la contraria a la que se quería expresar, y no era consistente con las restantes explicaciones que se brindaban en el texto. Ante el hecho, se procedió en primer término a solicitar la autorización del editor, sobre la base del argumento necesario.

Cuando los autores no tienen como lengua materna el idioma en el cual se publica el artículo, pueden recibir como servicio adicional una revisión final del manuscrito en cuanto a ortografía, gramática y redacción por parte de la persona encargada de preparar las llamadas pruebas de galera o galerada. Este servicio no se le presta a los que hablan como lengua materna el idioma en el cual se publica el artículo.

En ciertas ocasiones las pruebas de galera pueden ser enviadas al autor corresponsal por el editor, pero en otras la casa editorial se comunica directamente con él a partir de la información que le envía el editor. Junto a las pruebas de galera pueden acompañarse comentarios y preguntas dirigidas al autor corresponsal por parte del encargado por la casa editorial. La casa editorial le pide al autor corresponsal el envío de sus comentarios, respuestas y correcciones en el tiempo límite sugerido por su representante. Al concluir este último paso, se les informa a los autores la fecha probable de publicación en línea (o en papel).

Epílogo

Como se puede concluir, el proceso de publicación de un artículo científico sobre la

base de revisión por pares puede ser “un largo y sinuoso camino”. Sin embargo, las ventajas derivadas para la comunidad científica en general y los lectores en particular, así como para las partes directamente involucradas (autores, revisores y editores), merecen la pena. Además de contribuir a la calidad de las publicaciones, es un proceso que contribuye a asegurar la validez científica de los resultados (aunque no es el único elemento que contribuye a eso). Este proceso debe concebirse como algo natural del trabajo.

El proceso de revisión por pares contribuye grandemente a incrementar la calidad de los artículos publicados. Esa es la razón fundamental que induce a los científicos a publicar en revistas que contemplan la revisión por pares. Además, los artículos publicados en esas revistas tienen un reconocimiento incomparablemente mayor que en caso contrario.

A partir del principio mencionado al inicio de este artículo y sobre la base de las razones expuestas, es necesario e importante divulgar los resultados de la investigación científica, preferente en revistas científicas que contemplen el proceso de revisión por pares.

En próximos artículos, se continuará la discusión *in extenso* de otros principios de esta visión personal del trabajo científico.

Referencias

1.- Álvarez Prieto, M., Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 1, Encuentro con la Química, **2015**, Vol. 1, No. 2, p.p. 38-41.

2.- Álvarez Prieto, M., Una visión personal de los principios del trabajo científico. Parte 6: La creatividad en el trabajo científico, Encuentro con la Química, **2017**, Vol. 3, No. 1, p.p. 27-61, y referencias que contiene.

3.- Asociación de Academias de la Lengua Española, Diccionario de la Lengua Española,

22^{da} Ed., **2001**, Edición de Microsoft Student con Encarta Premium.

4.- Montero Cabrera, L.A., Ciencias y Creencias, Encuentro con la Química, **2015**, Vol. 1, No. 2, p.p. 3-6.

5.- Institute of Scientific Information,

Impact Factor List, **2010**.

6.- Derntl, M., Basics of Research Paper Writing and Publishing, bajado el 20 de diciembre de **2011** de www.univie.ac.at.

7.- Hafner, J.H., The art of the cover letter, ACS Nano, **2010**, Vol. 4, No. 5, p. 2487.

Historia de la Estadística. Breve apuntes del quién, cuándo, cómo, dónde y por qué

Historia
de la
Química

Gastón Fuentes Estévez
Centro de Biomateriales. Universidad de La Habana
gastonfe@biomat.uh.cu



A modo de introducción

Resulta un fenómeno global el temor a las matemáticas. Los estudiantes de prácticamente todas las gradaciones, sin importar su cultura o tradición, cada día se aterrorizan con los números. Es bien cierto que si en la niñez no se aprende bien o no se llega a comprender su importancia después se convierte en una especie de bruja que mete miedo hasta en las noches durante el sueño. Podrán imaginarse entonces que, si el solo hecho de entenderlas era difícil, sacar conclusiones a partir de ella lo es mucho más. Y de eso quiero hablarles, de la estadística, de esa ciencia que te permite sacar conclusiones a partir de los números, de los datos, de las fórmulas o las ecuaciones.

Érase una vez cierto señor llamado Huntsberger que dijo: *La palabra estadística a menudo nos trae a la mente imágenes de números apilados en grandes arreglos y tablas, de volúmenes de cifras relativas a nacimientos, muertes, impuestos, poblaciones, ingresos, deudas, créditos y así sucesivamente.* Y podría ser verdad, aún en nuestros días, donde el desarrollo científico y tecnológico ha permitido establecer esta ciencia como uno de los auxiliares imprescindibles en cuanto campo del desarrollo humano existan los números. Pero la estadística es mucho más que sólo números apilados y gráficas bonitas. Es una ciencia con tanta antigüedad como la escritura y con tanta influencia como ella.¹

Para mucha gente, significa solo descripciones numéricas. Esto puede

verificarse fácilmente al escuchar, a un comentarista de televisión narrar un juego de béisbol, nuestro pasatiempo nacional. Promedio, TB (total de bases recorridas), SLU (slugging), OBP (porcentaje de embasamiento), OPS (suma del SLU y el OBP) y un sinnúmero de parámetros no solamente ofensivos como estos, sino defensivos y de pitcheo pueblan hoy el mundo del béisbol de manera abrumadora, agrupados en una nueva ciencia, hija por supuesto de la estadística, la sabermetría. Así pues, la estadística tiene un alcance ilimitado de aplicaciones en un espectro tan amplio de disciplinas que van desde las ciencias y la ingeniería hasta las leyes y la medicina.²

Desde la oscuridad de su desconocimiento e importancia su poder en la vida actual sobrepasa prácticamente todo lo humanamente imaginable. Su ausencia conllevaría a un caos generalizado, dejando a los gobiernos, administradores, ejecutivos científicos y fanáticos sin información vital a la hora de tomar decisiones en tiempos de incertidumbre o momentos de discusiones. La estadística que conocemos hoy en día debe gran parte de su realización a los trabajos matemáticos de aquellos hombres que desarrollaron la teoría de las probabilidades, con la cual se adhirió la Estadística a las ciencias formales de la actualidad.

Apuntes cronológicos

Aunque a ciencia cierta no podemos decir dónde, cómo y quiénes fueron los responsables

del surgimiento de la Estadística, al menos, podemos brindarles una serie más o menos cronológica de algunos hechos que condujeron a pensar en esta disciplina como una ciencia particular. Los comienzos de la estadística pueden ser hallados en el antiguo Egipto, cuyos faraones lograron recopilar, hacia el año 3050 AC, prolijos datos relativos a la población y la riqueza del país.

De acuerdo al historiador y geógrafo griego Heródoto de Halicarnaso (484-425 AC), autor de *Historiae* o Libro de las Nueve Historias (una por cada musa); dicho registro de riqueza y población se hizo con el objetivo de preparar la construcción de las pirámides. En el mismo Egipto, el faraón Ramsés II hizo un censo de las tierras con el objeto de verificar un nuevo reparto.³

En el antiguo Israel según la Biblia, en su libro de los Números, se reportan los datos estadísticos obtenidos en dos recuentos de la población hebrea. El rey David por otra parte, ordenó a uno de sus generales de ejército hacer un conteo con la finalidad de conocer el número de la población hebrea.

También los chinos efectuaron censos hace más de cuarenta siglos. Los griegos los hacían periódicamente con fines tributarios, sociales (división de tierras) y militares (cálculo de recursos y hombres disponibles). La investigación histórica revela que se realizaron 69 censos para calcular los impuestos, determinar los derechos de voto y ponderar la potencia guerrera.

Pero fueron los romanos, maestros de la organización política, quienes mejor supieron emplear los recursos de la estadística. Cada cinco años realizaban un censo de la población y sus funcionarios públicos tenían la obligación de anotar nacimientos, defunciones y matrimonios, sin olvidar los recuentos periódicos del ganado y de las riquezas contenidas en las tierras conquistadas.

Durante los mil años siguientes a la caída del imperio Romano se realizaron muy pocas operaciones estadísticas, con la notable excepción de las relaciones de tierras pertenecientes a la Iglesia, compiladas por Pipino el Breve en el 758 y por Carlomagno en el 762 DC a las que pudiéramos añadir.

Durante el siglo IX se realizaron en Francia algunos censos parciales de siervos. En Inglaterra, Guillermo el Conquistador recopiló el *Domesday Book* o libro del Gran Catastro para el año 1086, un documento de la propiedad, extensión y valor de las tierras de Inglaterra. Esa obra fue el primer compendio estadístico de la gran Albión. Aunque Carlomagno, en Francia; y Guillermo el Conquistador, en Inglaterra, trataron de revivir la técnica romana, los métodos estadísticos permanecieron casi olvidados durante la Edad Media.

Ya en plena Edad Media figuras del renombre de Leonardo da Vinci, Nicolás Copérnico, Galileo Galilei, Sir Francis Bacon y René Descartes, hicieron grandes operaciones al método científico, de tal forma que cuando se crearon los Estados Nacionales y surgió como fuerza el comercio internacional existía ya un método capaz de aplicarse a los datos económicos.

En los siglos XVI y XVII en Inglaterra, se efectuaron registros de las defunciones por motivos de las epidemias, pero también de los bautismos y matrimonios, lo que permitió establecer un balance demográfico considerado uno de los primeros intentos más completos del uso de la estadística en la obtención y análisis de datos de que se tenga cuenta. En los tiempos modernos tales métodos fueron resucitados por algunos reyes que necesitaban conocer las riquezas monetarias y el potencial humano de sus respectivos países.

Durante el siglo XVII y principios del XVIII, matemáticos como Bayes, Bernoulli,

Gauss, Lagrange, Laplace y Pascal desarrollaron la teoría de probabilidades. No obstante, durante cierto tiempo, la teoría de las probabilidades limitó su aplicación a los juegos de azar y hasta el siglo XVIII no comenzó a aplicarse a los grandes problemas científicos.

Godofredo Achenwall, profesor de la Universidad de Gotinga, acuñó en 1760 la palabra estadística, que extrajo del término italiano *statista* (estadista). Creía, y con sobrada razón, que los datos de la nueva ciencia serían el aliado más eficaz de un gobernante consciente. La raíz remota de la palabra se halla, por otra parte, en el término latino *status*, que significa estado o situación; esta etimología aumenta el valor intrínseco de la palabra, por cuanto la estadística revela el sentido cuantitativo de las más variadas situaciones.

Hasta este momento, la recogida y análisis de datos sin su nombre propio de estadística era solamente eso, recogida de datos, interpretación de números para darle a los gobiernos posibles conductas acerca de sus ciudadanos. Pero fue Jacques Quételet el primero que aplica las Estadísticas a las ciencias sociales interpretando y aplicando la teoría de las probabilidades para su uso en las ciencias sociales y resolver la aplicación del principio de promedios y de la variabilidad a los fenómenos sociales.¹

Los progresos más recientes en el campo de la Estadística se refieren al ulterior desarrollo del cálculo de probabilidades, y la aplicación del mismo a una serie de fenómenos en todos los campos de la vida humana particularmente en la rama denominada indeterminismo o relatividad, permitiendo con los aportes de los grandes estadísticos establecer las rutas y conductas para sacar conclusiones y tendencias del análisis profundo y correcto de los datos obtenidos asumiendo los preceptos establecidos en la modernidad de esta ciencia.

Etapas del Desarrollo y Clasificación de la Estadística

La historia de la estadística está resumida en tres grandes etapas o fases que podríamos describir como:

1.- *Los Censos*: Desde el momento en que se constituye una autoridad política, la idea de inventariar de una forma más o menos regular la población y las riquezas existentes en el territorio está ligada a la conciencia de soberanía y a los primeros esfuerzos administrativos.^{1,3}

2.- *De la Descripción de los Conjuntos a la Aritmética Política*: Las ideas mercantilistas extrañan una intensificación de este tipo de investigación. Colbert multiplica las encuestas sobre artículos manufacturados, el comercio y la población: los intendentes del Reino envían a París sus memorias. Vauban, más conocido por sus fortificaciones o su Dime Royale, que es la primera propuesta de un impuesto sobre los ingresos, se señala como el verdadero precursor de los sondeos. Más tarde, Bufón se preocupa de esos problemas antes de dedicarse a la historia natural. La escuela inglesa proporciona un nuevo progreso al superar la fase puramente descriptiva. Sus tres principales representantes son Graunt, Petty y Halley. El penúltimo es autor de la famosa Aritmética Política. Chaptal, ministro del interior francés, publica en 1801 el primer censo general de población, desarrolla los estudios industriales, de las producciones y los cambios, haciéndose sistemáticos durante las dos terceras partes del siglo XIX.^{1,4}

3.- *Estadística y Cálculo de Probabilidades*: El cálculo de probabilidades se incorpora rápidamente como un instrumento de análisis extremadamente poderoso para el estudio de los fenómenos económicos y sociales y en general para el estudio de fenómenos “cuyas causas son demasiado complejas para conocerlos totalmente y hacer posible su análisis”.⁵⁻⁷

Así mismo para su mejor comprensión y estudio la Estadística se divide en dos grandes campos: la Estadística Descriptiva y la Inferencial.^{1,2}

Estadística Descriptiva:

Consiste sobre todo en la presentación de datos en forma de tablas y gráficas. Esta comprende cualquier actividad relacionada con los datos y está diseñada para resumir o describir los mismos sin factores pertinentes adicionales; esto es, sin intentar inferir nada que vaya más allá de los datos, como tales.

Estadística Inferencial:

Se deriva de muestras, de observaciones hechas sólo acerca de una parte de un conjunto numeroso de elementos y esto implica que su análisis requiere de generalizaciones que van más allá de los datos. Como consecuencia, la característica más importante del reciente crecimiento de la estadística ha sido un cambio en el énfasis de los métodos que describen a métodos que sirven para hacer generalizaciones. La Estadística Inferencial investiga o analiza una población partiendo de una muestra tomada.

Los Padres Fundadores

Siendo como es, una disciplina de aplicación variada tanto en las ciencias sociales como las naturales y exactas, existen muchos grandes científicos que hicieron aportes a la misma desde la perspectiva propia de su campo de investigación.

Pero cuando se hace una selección, se corre siempre el riesgo de la injusticia, por lo que trataré de ser honesto con mi experiencia docente y pido de antemano disculpas a mis lectores si consideran que hubo alguno de los grandes, que el reducido espacio de este artículo me obligara a dejar fuera de mi humilde elección.



Blaise Pascal

Blaise Pascal (Clermont-Ferrand, 19 de junio de 1623 - París, 19 de agosto de 1662), polímata, matemático, físico, filósofo cristiano y escritor francés. Sus contribuciones incluyen el diseño y construcción de calculadoras mecánicas hacia 1642 con el objetivo de ayudar a su padre que fue nombrado Comisario Real y jefe de la recaudación de impuestos para Normandía con asiento en Ruan; estas máquinas primero solo sumaban y después incluían la resta, pero eran muy caras y además manufacturadas, aún subsisten nueve de las 50 que logró construir. También le debemos el triángulo de Pascal, representación de los coeficientes binomiales ordenados en esa forma geométrica, conocida desde 500 años antes, pero desarrollada e implementada por él en 1654. Además, a su genio debemos el teorema de los vasos comunicantes y el principio de la demostración por inducción matemática. Después de una experiencia religiosa profunda abandonó la matemática y la física para dedicarse a la filosofía y a la teología, nadie sabe si empujado por sus eternas discusiones con René Descartes otro señor polímata, padre de la filosofía moderna y de la geometría analítica. Su percepción de la «*intelligence/raison du coeur*» – solo la conjunción de la razón con el corazón puede constituirse en base del conocimiento humano– como forma más esencial del conocimiento es considerada por adeptos e incluso enemigos, como una concepción visionaria y ejemplar por los tiempos de los tiempos.⁸



Thomas Bayes

Thomas Bayes (Londres, 1702 - Tunbridge Wells, 1761), matemático británico y ministro presbiteriano. Su obra más conocida es el Teorema de Bayes, que plantea el problema de la determinación de la probabilidad de las causas a través de los efectos observados. Se puede escribir como $P(A/B) = P(B/A) \cdot P(A)/P(B)$ y se puede entender de manera fácil si asumimos que sabiendo la probabilidad de tener un dolor de cabeza dado que se tiene gripe, se podría saber (si se tiene algún dato más), la probabilidad de tener gripe si se tiene un dolor de cabeza. Sus aplicaciones derivadas son hoy tan importantes que el algoritmo para evitar el spam en Internet y las regulaciones de control de la FDA estadounidense se basan en sus trabajos, reconocidos como la inferencia bayesiana, fundamental por ejemplo en los modernos criterios de información debido a los trabajos de Akaike y Schwarz. Pudiera pensarse que ese solo teorema es nada al lado de los aportes de otros grandes genios, pero es que la estadística moderna no existiría sin ese “simple” y “pequeño” aporte de este humilde religioso inglés.



Johann Carl Friedrich Gauss

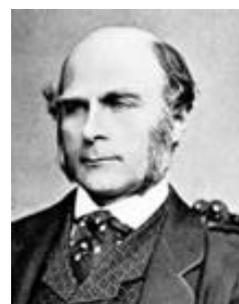
Johann Carl Friedrich Gauss (Brunswick, 30 de abril de 1777 - Gotinga, 23 de febrero de 1855), matemático, astrónomo, geodesta, y físico alemán que contribuyó de manera significativa en la teoría de números, el análisis matemático, la geometría diferencial, la estadística, el álgebra, la geodesia, el magnetismo y la óptica. Considerado «el príncipe de los matemáticos» y «el matemático más grande desde la antigüedad», ha tenido una influencia notable en muchos campos de esta ciencia y a pesar de su reconocido y multifacético genio era tan matemático que dijo: “La matemática es la reina de las ciencias y la aritmética es la reina de las matemáticas”. Hizo grandes aportes en la teoría de números y el análisis matemático. Aunque se dice que no terminó la Universidad de Gotinga (que vaya falta que le hacía) defendió su tesis doctoral en 1799, con tan solo 22 años, nada más y nada menos que demostrando rigurosamente el teorema fundamental del álgebra. Su genio le ganó el mecenazgo del duque de Brunswick a pesar de sus orígenes humildes y llegó a dominar varios idiomas. Además, descubrió la ley de los mínimos cuadrados y la representación gráfica de la función de distribución normalizada se conoce como la campana de Gauss. Por si fuera poco, enunció la Ley o Teorema de Gauss y la Ley del Magnetismo de Gauss, ambas forman parte de las Cuatro Ecuaciones de Maxwell del Electromagnetismo. Si a alguien se le hubiera ocurrido buscar un Newton alemán antes de Einstein, nadie le quitaba el título.



Pierre-Simon Laplace

Pierre-Simon Laplace (Beaumont-en-Auge, Normandía, 28 de marzo de 1749 - París, 5 de marzo de 1827) astrónomo, físico y matemático reconocido mundialmente como el Newton francés. Es recordado como uno de los máximos científicos de todos los tiempos, con unas fenomenales facultades matemáticas no poseídas por ninguno de sus contemporáneos. Nacido en una familia de granjeros fue recomendado a D'Alembert (uno de los creadores de L'Encyclopédie junto a Diderot y representante por antonomasia del ilustrismo francés) en la Universidad de Caen quien viendo sus cualidades para las matemáticas lo propuso para profesor en la Escuela Militar de París, donde tuvo entre sus alumnos al mismísimo Napoleón Bonaparte quien años más tarde le diera la Legión de Honor y lo nombrara Conde durante su reinado. Famoso por su *Mecánica Celeste* en cinco volúmenes y por la *Teoría Analítica de las Probabilidades*, fue por su *Exposición del Sistema del Mundo*, antecesor a estos y transgresor en conceptos, donde esboza la teoría nebular para explicar el surgimiento del sistema solar previamente enunciada por el creador del criticismo e idealismo alemán, el filósofo Imanuel Kant. Cuentan que Napoleón le comenta: «Me cuentan que ha escrito usted este gran libro sobre el sistema del universo sin haber mencionado ni una sola vez a su creador (Dios)», y Laplace contestó: «Sieur, nunca he necesitado esa hipótesis» (atacando a Sir Isaac Newton que acudió a la voluntad divina un siglo antes para justificar que su ley de la gravitación universal no fuese capaz de explicar las anomalías de los movimientos de Júpiter y Saturno). Napoleón le comentó esta respuesta a otro matemático de armas tomar Joseph Louis Lagrange, quien exclamó «¡Ah! Dios es una bella hipótesis que explica muchas cosas». El gran Bonaparte, que parece le entretenían las batallas de egos científicos, le cuenta a Laplace la opinión de Lagrange y este ni corto ni perezoso, fiel a su determinismo

científico le dice: «Aunque Dios pueda explicar todo, no permite predecir nada». Sin comentarios. Laplace fue tan hábil que, con la caída de Napoleón y la restauración de los Borbones, el Rey Luis XVIII le otorgó el título de Marqués. Inventó y desarrolló la transformada y la ecuación de Laplace. Sentó las bases científicas de la teoría matemática de las probabilidades. Su determinismo científico lo llevo a plantear el demonio de Laplace (también conocido como demonio de Maxwell), de cuyo desarrollo se deriva la solución del 2^{do} principio de la termodinámica.^{3,9}



Sir Francis Galton

Sir Francis Galton (Sparkbrook, Birmingham, 16 de febrero de 1822 - Haslemere, Surrey, 17 de enero de 1911) polímata, antropólogo, geógrafo, explorador, inventor, meteorólogo, estadístico, psicólogo y eugenista británico. No tuvo cátedras universitarias y realizó la mayoría de sus investigaciones por cuenta propia. Sus múltiples contribuciones recibieron reconocimiento formal cuando, a la edad de 87 años, se le concedió el título de sir o caballero del Reino. De intereses muy variados, Galton contribuyó a diferentes áreas de la ciencia como la psicología, la biología, la eugenesia, la tecnología, la geografía, la estadística o meteorología. Primo de Charles Darwin, aplicó sus principios a numerosos campos, principalmente al estudio del ser humano y de las diferencias individuales. En 1901, fue, junto con Karl Pearson y Walter Weldon, cofundador de la revista científica *Biometrika*. Inventó el uso de la línea de regresión, siendo

el primero en explicar el fenómeno de la regresión a la media. En las décadas de 1870 y 1880 fue pionero en el uso de la distribución normal. Descubrió las propiedades de la distribución normal bivariada y su relación con el análisis de regresión. En 1888 introdujo el concepto de correlación, posteriormente desarrollado por Pearson (su mejor alumno) y Spearman. Es considerado el padre de la psicología diferencial, sentó las bases de la meteorología actual y demostró que el patrón de las huellas digitales es exclusivo de cada individuo, creando el método que se utiliza en todas las fuerzas policiales a nivel mundial en la actualidad. No creo que los transgresores de la ley le financien ningún monumento.



Karl Pearson

Karl Pearson (Londres 27 de marzo de 1857 - Londres, 27 de abril de 1936) prominente científico, matemático, historiador, germanista y pensador británico, que estableció la disciplina de la estadística matemática. Desarrolló una intensa investigación sobre la aplicación de los métodos estadísticos en la biología y se considera el padre de la bioestadística. Asistió como alumno a las universidades de Heidelberg, Berlín y Cambridge y fue profesor de Matemáticas en el King's College y de Geometría en el Gresham College. Cambió la manera de escribir su nombre (originalmente Carl) cuando presuntamente conoció a Karl Marx, en la Universidad de Heidelberg. Su librepensamiento lo llevó a cofundar el Men and Women's Club, cuya finalidad era permitir la libre discusión entre hombres y mujeres, a finales del siglo XVIII, algo imposible en las sociedades elitistas de

aqueellos tiempos. Fue enemigo acérrimo del gran Fisher. Cuando Albert Einstein con 23 años (en 1902), crea la Academia Olimpia (un grupo de estudio) con dos de sus amigos más jóvenes, Maurice Solovine y Conrad Habicht, sugiere como primera lectura "La gramática de la ciencia" de Pearson donde este aseveraba que las leyes de la naturaleza son relativas a la habilidad perceptiva del observador. Eso me recuerda que Einstein tres lustros después reformula el concepto de gravedad con su archifamosa y todavía incuestionable Teoría General de la Relatividad. Con todo respeto del genio, ¿cuándo o dónde se le habrá ocurrido?



William Sealy Gosset

William Sealy Gosset (Canterbury, 11 de junio de 1876 – Beaconsfield, 16 de octubre de 1937) químico, matemático y estadístico inglés, mejor conocido por su sobrenombre literario Student. Asistió al Winchester College, antes de estudiar química y matemática en el New College de Oxford. Tras graduarse en 1899, se incorporó a las destilerías Guinness en Dublín. Los estudios de prueba y error de Gosset para mejorar no solo la producción industrial de cerveza, sino también la de la cebada necesaria, llamaron la atención del mismísimo Pearson quién lo invitó un par de años a mejorar sus conocimientos bajo su amparo. Fue tal su interés en el cultivo de la cebada que profundizó en el diseño de experimentos elaborando mejores rutas para mejorar la producción media y desarrollar variedades cuya producción no se viese afectada (robusta)

por las variaciones en el suelo y el clima. Este principio sólo aparece más adelante en las ideas de Fisher y luego en el trabajo de Genichi Taguchi en los años 1950. Creó la distribución t de Student y las famosas Tablas de Student. El estadígrafo que lleva su nombre lo desarrolló Fisher. Desarrolló la teoría de los residuos estudentizados y el estadígrafo z , precursor de los trabajos de Fisher que llevaron a la t de Student. Es probablemente la única persona del mundo que podía vanagloriarse de compartir la amistad de Pearson y Fisher simultáneamente, por demás reconocidos enemigos irreconciliables.



Sir Ronald Aylmer Fisher

Sir Ronald Aylmer Fisher (Londres, Reino Unido, 17 de febrero de 1890 – Adelaida, Australia, 29 de julio de 1962), otro destacado polímata, matemático, estadístico, genetista, eugenista y biólogo que usó la matemática para combinar las leyes de Mendel con la selección natural, de manera que ayudó así a crear una nueva síntesis del Darwinismo conocida como la síntesis evolutiva moderna. El ejército británico lo rechazó por sus problemas de la vista lo que no le impidió ganar la medalla Neeld con solo 16 años y una beca para estudiar matemáticas en el Gonville y Caius College de la Universidad de Cambridge en 1909 seguido de una matrícula de honor en Astronomía en 1912. Llegó a ser miembro de la Royal Society y titular de la cátedra de Genética de la Universidad de Cambridge. Crea la estadística inferencial en 1920. Desarrolla el análisis de varianza (ANOVA) entre los años 20 y 30. Introdujo el estadígrafo F de Fisher y la prueba F de

Snedecor. Demostró la utilidad de la aplicación de los cuadrados latinos a las investigaciones agrícolas. Creó el concepto de grados de libertad. Desarrolló el estadígrafo t de Student. A él se deben los procedimientos actuales de los diseños de experimentos. Aunque no tenía buenas relaciones, buena parte de sus trabajos se basaron en los preceptos de Pearson y ayudó a Gosset a desarrollar su famoso estadígrafo y a mejorarlo cuando con la ayuda de su análisis de varianza. Simplemente, el más grande de los grandes, por sus vigentes aportes que cimientan la moderna Estadística.

A Modo de Conclusión

Hasta aquí, en poco menos de 5000 palabras, he tratado de llevarles un poco de la historia de esta ciencia vilipendiada, cuya importancia no es del todo bien reconocida y cuyo conocimiento despierta sensaciones encontradas en muchos científicos a pesar de su demostrada eficacia en la predicción de resultados experimentales y en el análisis de datos económicos y científicos. También les he presentado a aquellos que forjaron las bases sobre las que se sustentan las grandes teorías de la estadística moderna, en una selección que, como un equipo de béisbol, puede adolecer de alguno de los grandes, si otro fuera el autor de este trabajo. Sin un cuándo bien claro, sin un quién también difuso y un cómo y dónde algo más aceptados por la comunidad de historiadores, el porqué de la estadística queda a la voluntad de los hombres. Y subjetiva como suele ser, todavía nos andamos preguntando como utilizarla de manera más eficiente en nuestros tiempos. Afortunadamente la computación ha venido a prestarnos una inestimable ayuda con un sin número de paquetes estadísticos, pero la enseñanza de la misma, sobre todo para usuarios no estadísticos, adolece de los mejores programas, no solo para aprenderla, sino también para amarla, como se ama algo cuando te acompaña tanto tiempo de tu vida,

siempre salvándote de aquellos problemas que la ciencia te antepone en el largo camino de la investigación. Esta es, como dije desde un principio, tan solo la humilde visión de alguien que, de no haber sido químico, probablemente hubiera sido, sin ningún lugar a duda, estadístico.

Referencias

1.- Ruiz Muñoz, D. *Manual de Estadística*. (91 p.). Universidad Pablo de Olavide; Sevilla **2011**, p. 1-6

2.- Canavos, GC. *Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos*. (668 p.) 1^{ra} edición. Mc Graw-Hill Interamericana, SA de CV; Ciudad México **1998**, p. 1-2

3.- Mateos-Aparicio Morales, G. Historia de la probabilidad (desde sus orígenes a Laplace) y su relación con la historia de la teoría de la decisión (p. 1-18) en: *Historia de la Probabilidad y de la Estadística*. Editorial AC; Madrid, **2002**.

4.- Blanco González, M. Oikos versus aritmos: la Economía Política versus la Aritmética Política (p. 153-166) en: *Historia de la Probabilidad y de la Estadística*.

Editorial AC; Madrid, **2002**.

5.- Franco Rodríguez-Lázaro, A. El cálculo de probabilidades en la polémica médica del siglo XIX (p. 133-152) en: *Historia de la Probabilidad y de la Estadística*. Editorial AC; Madrid, **2002**.

6.- García Secades, M. Antecedentes de la Concepción Subjetivista de la Probabilidad (p. 119-132) en: *Historia de la Probabilidad y de la Estadística*. Editorial AC; Madrid, **2002**.

7.- Santos del Cerro, J. Probabilismo moral y probabilidad (p. 103-118) en: *Historia de la Probabilidad y de la Estadística*. Editorial AC; Madrid, **2002**.

8.- Basulto Santos, J, Camuñez Ruiz, JA, Domínguez Quintero, AM. El Método universal de Pascal como un equivalente cierto al Problema de los Puntos (p. 19-34) en: *Historia de la Probabilidad y de la Estadística*. Editorial AC; Madrid, **2002**.

9.- Basulto Santos, J, Busto Guerrero, JJ, Ortega Irizo, FJ. La solución del problema de elegir un promedio en Laplace (p. 49-66) en: *Historia de la Probabilidad y de la Estadística*. Editorial AC; Madrid, **2002**.

La Mecánica Cuántica visita la Universidad de La Habana de la mano de Linus Pauling

Historia
de la
Química

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

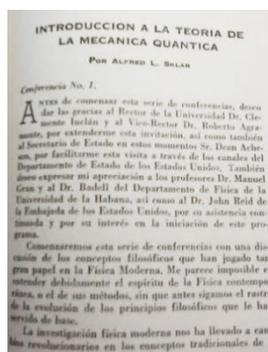


El plan de estudios del Doctorado en Ciencias Físicoquímicas de 1943, contaba con dos cursos de Física Superior, en el primer y segundo año de la carrera e introdujo, por primera vez, un curso regular de Química Física en el cuarto año. Aun sin contar con los detalles de los contenidos, es poco, muy poco probable que en esos primeros cursos de Química Física se abarcaran con profundidad los aspectos de la mecánica cuántica, por cuanto los trabajos de Schrödinger, De Broglie, Heisenberg y Dirac están fechados en las décadas del 20 y el 30.

Me resultó entonces sorprendente encontrar, en el catálogo de las secciones de la Revista Universidad de La Habana, que en 1946 el Dr. Alfred Lee Sklar hubiese dictado una serie de conferencias sobre Mecánica Cuántica en la Universidad. Las dos primeras conferencias del Dr. Sklar aparecen íntegramente en la mencionada revista, bajo el título Introducción a la Teoría de la Mecánica Cuántica.



Dr. Alfred Lee Sklar y la primera página de su texto



En ellas el ponente señala que esas dos primeras lecturas son de carácter general y de aclaración de los principios filosóficos que sustentan la teoría y que a ellas le seguirían otras de carácter más técnico y específico.

Buscando más información sobre el Dr. Sklar encontré que obtuvo el grado de PhD en Física Molecular e Ingeniería Química en 1935 en la Universidad John Hopkins, estudió con los profesores James Franck y María Goeppert-Mayer (premio Nobel de Física en 1963), y formuló conjuntamente con Goeppert-Mayer y el Dr. Edward Teller (posteriormente involucrado en el proyecto Manhattan), la teoría del color de los compuestos orgánicos. El Dr. Sklar fue profesor de Química en la Universidad Católica de América y en la John Hopkins.

En 1944, Sklar tiene intención de visitar La Habana por motivos personales ya que estaba casado con una cubana, y se dirige a Linus Pauling, para solicitarle una carta de presentación al Rector de la Universidad de La Habana. Sklar tenía interés en aprovechar su visita a Cuba y dictar una serie de conferencias para estimular el interés de los físicos y químicos cubanos por los estudios de la mecánica cuántica y sus aplicaciones en la Química.

Linus Pauling en ese momento, ya era una reconocida personalidad mundial en el campo de la mecánica cuántica por sus notables trabajos sobre el enlace químico, el concepto de electronegatividad, y el modelo de la

hibridación de los orbitales atómicos. Su obra “*The Nature of the Chemical Bond*” publicada en 1934, era considerada uno de los textos más sobresalientes de la Química Cuántica. Pauling es una de las pocas personas que han recibido el Premio Nobel en más de una ocasión, en 1954 recibió el Nobel de Química por su contribución al estudio de la naturaleza de los enlaces químicos y la estructura de las sustancias y en 1962 el Premio Nobel de la Paz por su activismo político en contra las pruebas nucleares terrestres. Pauling se negó a participar en el proyecto Manhattan.



Linus Pauling (1901-1994)

Como dato interesante que complementa la información anterior, en la correspondencia de Linus Pauling (LP) reportada en “Pauling Day by Day” aparecen las siguientes entradas:

- Letter from Alfred Lee Sklar, Asst. Prof. of Chemistry, The Catholic University of America, to LP RE: States he is taking a leave of absence from the Catholic University to go to the University of Havana in Cuba. Explains he would like to stimulate interest in physical chemistry research, and asks LP to write a letter to the Rector of the University of Havana explaining physical chemistry and about Sklar. [Letter from LP to the Rector December 16, 1944] [Filed under LP Correspondence: (S: Correspondence, 1944), #377.14]
- Letter from LP to the Rector, University of Havana, Cuba, RE: Describes

the field of chemical physics and its importance. Mentions the relevant work and abilities of Dr. Alfred Lee Sklar. [Letters from Alfred Lee Sklar to LP December 13, 1944, December 20, 1944] [Filed under LP Correspondence: (S: Correspondence, 1944), #377.14]

- Letter from Alfred Lee Sklar, Asst. Prof. of Chemistry, to LP RE: Thanks LP for promptly writing the letter for the Rector, and explains its significance. [Letter from LP to the Rector December 16, 1944] [Filed under LP Correspondence: (S: Correspondence, 1944), #377.14]



Referencias

- 1.- Revista Universidad de La Habana. T. XXI y XXII, No 64-69, Pág. 251, **1946**.
- 2.-profiles.nlm.nih.gov/ps/access/MM BBDS.pdf
- 3.-everythinghoracesklar.wordpress.com/about/
- 4.-scarc.library.oregonstate.edu/coll/pauling/calendar/
- 5.- R. Vega Multimedia Historia de la Química. Unidad Docente de Informática. IRIS. **2009**

Químicos del siglo XIX que influyeron en el desarrollo de la Química Orgánica

Historia
de la
Química

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



La Química Orgánica es la rama de la química en la que se estudian los compuestos del carbono y sus reacciones. Existen una gran cantidad de sustancias tales como medicamentos, vitaminas, plásticos, fibras sintéticas y naturales, hidratos de carbono, proteínas, grasas y otras, formadas por moléculas orgánicas.

Los químicos orgánicos determinan la estructura y las funciones de las moléculas, estudian sus reacciones y desarrollan procedimientos para sintetizar compuestos de interés con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas.

Durante mucho tiempo la materia



Antoine-Laurent de Lavoisier considerado el padre de la Química Moderna, (1743-1794)

Argumentos de este estilo llevaron a Berzelius a comienzos del siglo XIX, en 1807, a sugerir la existencia de dos tipos de materia en la naturaleza, la materia orgánica o materia propia de los seres vivos, y la materia

constitutiva de la naturaleza estuvo rodeada de no pocas incógnitas. Los estudios de Lavoisier, relacionados con la materia orgánica y la inorgánica, evidenciaban, entre otras cosas una característica singular: la capacidad de las sustancias para la combustión. Parecía, como si los únicos productos capaces de arder tuvieran que proceder de la materia viviente. En los albores de la química como ciencia, alrededor del siglo XVII, se advirtió, además, que si bien la materia proceden de organismos vivos podía degradarse en materia mineral por combustión u otros procesos químicos, no era posible de ninguna manera llevar a cabo en el laboratorio el proceso inverso.



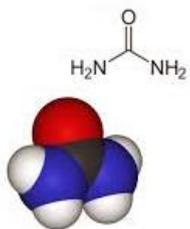
Jöns Jacob Berzelius (1779-1848)

inorgánica. Para justificar las diferencias entre ambas se admitió que “la materia orgánica poseía una composición especial y que su formación era debida a la intervención de una influencia singular o fuerza vital exclusiva de

los seres vivos y cuya manipulación no era posible en el laboratorio”.

Este planteamiento formulado por Berzelius, investigador de gran prestigio, hizo que muchos de los químicos de la época no tuvieran interés en sintetizar compuestos orgánicos, lo que conllevó a detener el avance en este campo. Fue Friederich Wöhler, el que con sus trabajos, puso en crisis este planteamiento.

Friederich Wöhler (1800-1882) fue un destacado químico alemán nacido en 1800 en la ciudad de Eschersheim, cerca de Francfort del Main. Estudió medicina en las Universidades de Marburgo y Heidelberg, y Química en Estocolmo, donde fue ayudante de Berzelius. Fue profesor en Berlín (1825) en Kassel en 1831 y en Gotinga 1836, En 1837 fue el primero en obtener aluminio metálico puro por medios químicos



Friederich Wöhler (1800-1882), Estructura de la urea.

En 1828 Wöhler aisló el berilio y el itrio descubiertos por Vauquelin y Gadolin respectivamente. Ese mismo año, los resultados de sus experimentos minaron la teoría vitalista, ya que logró sintetizar la urea a partir de compuestos inorgánicos, abriendo así el inmenso campo de la Química Orgánica. El experimento de Wöhler rompió las barreras entre las sustancias orgánicas e inorgánicas. A partir de ese momento muchos fueron los experimentos que hicieron que el vitalismo fuera desechado, dando lugar a un

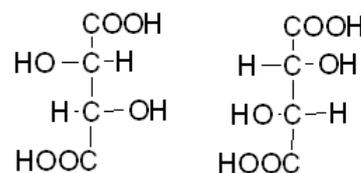
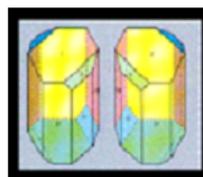
rápido desarrollo de la química de la materia orgánica en los laboratorios, al margen de esta supuesta “fuerza vital”. La fuerza vital o fuerza vegetativa llevaría al químico Luis Pasteur a desafiar estas ideas, poniendo su acento y modelo de estudio en el origen de algunas enfermedades y en la fabricación del vino. Sus estudios muy rigurosos e imaginativos en la segunda mitad del siglo XIX también demostraron que no existía esta fuerza vital.

Luis Pasteur, químico y bacteriólogo francés nacido en 1822 en la ciudad de Dole, hizo aportes fundamentales al desarrollo de la ciencia. Estudió en el Liceo de Besançon y en la Escuela Normal de París, donde se doctoró en Ciencias en 1847. A partir de 1888, fecha de su creación dirigió el Instituto Pasteur.



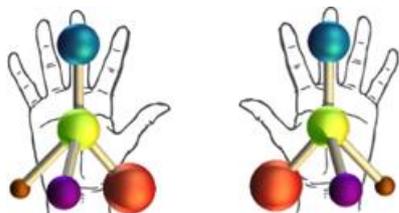
L. Pasteur (1822-1886)

En 1848 descubrió la isomería óptica, propiedad que tienen algunas sustancias de presentarse en dos formas equivalentes en sus propiedades químicas pero que difieren en sus propiedades ópticas, desviando el plano de la luz polarizada hacia la derecha (dextrorrotatoria) y la otra a la izquierda (levorrotatoria).



Representación de los cristales del ácido tartárico

La causa de este fenómeno es que la molécula es quiral y puede existir en dos formas, una de las cuales es imagen especular de la otra y por lo tanto no son superponibles. A partir de estos estudios se habla del origen de la estereoquímica, parte de la química que se dedica a estudiar la forma tridimensional de las moléculas.



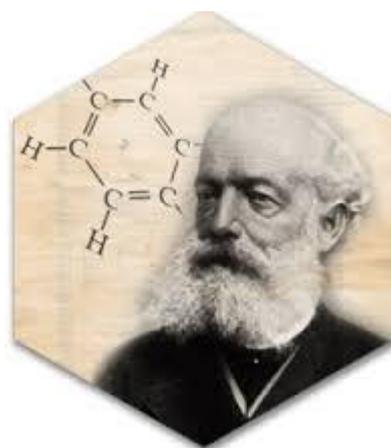
Representación de imágenes especulares no superponibles

Pasteur también estudió las fermentaciones alcohólica, láctica y butírica, demostrando que se deben a microorganismos y que no se producen si estos se eliminan mediante la ebullición. El proceso se llama en su honor pasteurización, así proporcionó a la industria medios para proteger del deterioro al vino, al vinagre y a la leche, haciendo posible su conservación.

Otro químico que influyó determinantemente en el desarrollo de la Química Orgánica fue August Kekule von Stadoniv. La característica principal que tiene el átomo de carbono y que no tiene el resto de los elementos químicos, o lo poseen escasamente como es el caso del silicio, es la concatenación, es decir, la facultad de enlazarse o unirse consigo mismo formando cadenas lineales o anillos muy estables. Esta propiedad conduce a un número casi infinito de compuestos que presentan el elemento carbono, siendo los más comunes los que presentan carbono e hidrógeno. El carbono puede formar como máximo cuatro enlaces, lo que se denomina la tetravalencia del carbono lo cual fue demostrado por Kekule y se le considera que fue el principal arquitecto de la estructura molecular. Uno de sus aportes más

importantes a la Química Orgánica fue el planteamiento de la estructura cíclica de los compuestos aromáticos.

Friedrich August Kekule von Stradonitz, fue un químico alemán que nació en 1829 en Darmstadt capital del Gran Ducado de Hesse, en 1847 comenzó a estudiar arquitectura en la Universidad de Giessen. Después de escuchar las clases de Justus von Liebig, en el primer semestre decidió cambiar de carrera y estudiar química. En 1852 concluyó su tesis doctoral.

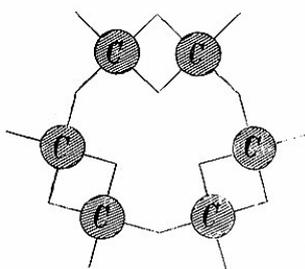


August Kekule (1829-1896)

Contribuyó de manera destacada al desarrollo de la Química Orgánica y a la formación de otros investigadores. Vale destacar que de los cinco primeros premios Nobel otorgados tres fueron recibidos por sus estudiantes: van 't Hoff en 1901, Fischer en 1902 y Baeyer en 1905.

Su trabajo más famoso fue aquel donde planteó la estructura del benceno, el cual había sido aislado del gas del alumbrado por Faraday en 1825, quien determinó su fórmula empírica como CH . Nueve años más tarde, en 1834 Mitscherlich estableció su fórmula molecular como C_6H_6 , que parecía violar la tetravalencia del carbono. Varias fueron las formulaciones que se dieron desde el siglo XIX pero ninguna era capaz de explicar sus propiedades físicas. En 1865 Kekule propuso una estructura ciclohexatriénica en equilibrio

consigo misma. La propuesta de Kekulé sería descrita en su libro "Tratado de Química Orgánica" publicado en 1861. Cuenta la historia que él estaba tan preocupado por la estructura molecular del benceno, que soñó con dicha molécula a la que vio como una cadena lineal que se cerraba sobre sí misma. El sueño le dio la idea de que la molécula del benceno estaba formada por seis átomos de carbono y seis átomos de hidrógeno en forma de ciclo y propuso la fórmula estructural del benceno. Esto anticipó las más complejas interpretaciones de la química orgánica moderna.



Primer esbozo de la estructura del benceno propuesta por Kekule

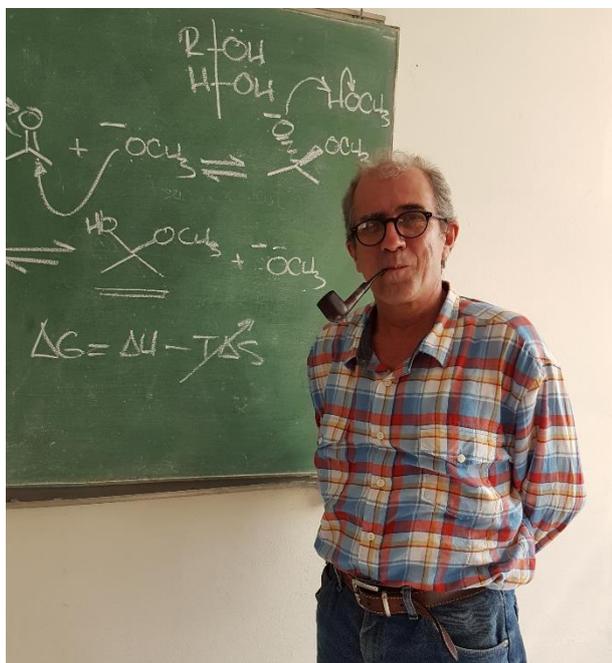
Estos científicos contribuyeron decisivamente al desarrollo de la Química Orgánica, sentando las bases de conocimientos que permitieron el avance de esta Ciencia.

Referencias

- 1.- A.J. Roche (1985). "Hypothesis and Experiment in Kekulé's Benzene Theory". *Annals of Science*. **42** (4): 355–81. doi:10.1080/00033798500200411.
- 2.- A. J. Roche **2010**. *Image and Reality: Kekulé, Kopp, and the Scientific Imagination*. University of Chicago Press. pp. 60–66. ISBN 978-0226723327.
- 3.- American Chemical Society International Historic Chemical Landmarks. Antoine-Laurent Lavoisier: The Chemical Revolution. <http://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/landmarks/lavoisier.html>. **2017**.

Noticias

Premio a Profesor de la Facultad de Química



El Ministerio de Educación Superior le ha concedido el premio MES al Dr. José Manuel Nieto Villar para reconocerle su labor investigadora en 2016.

El Dr. Nieto Villar es Profesor Titular del Departamento de Química Física en la Facultad de Química de la Universidad de La Habana. Los intereses de investigación del Prof. Nieto están centrados en el estudio termodinámico de sistemas complejos donde ha desarrollado una importante labor con resultados que han sido publicados en revistas científicas y presentados en diversos congresos en Cuba y en el extranjero.

Durante su vida laboral ha recibido importantes reconocimientos a destacar dos premios de la Academia de Ciencias de Cuba. Actualmente es Presidente del Tribunal Nacional de Grados Científicos de Ciencias Químicas.

Intercambio entre la American Chemical Society (ACS) y la Sociedad Cubana de Química (SCQ)

Los días 20, 21 y 22 de febrero los profesores Resa Kelly de la Universidad de San José en California, Joel Mark y Charles Atwood de la Universidad de Utah, y miembros de la American Chemical Society (ACS) visitaron nuestro país para conocer acerca del trabajo de los químicos cubanos en las áreas de Química Analítica y de Enseñanza de la Química.

Fueron recibidos en la Facultad de Química por el Decano de la Facultad Dr. Dionisio Záldivar Silva y por el Presidente de la SCQ, Dr. Daniel García Rivera. Durante su estancia los profesores visitaron el Departamento de Química Analítica de la Facultad de Química, el Laboratorio Luces, el Proyecto del Grado 12 en la UH; el preuniversitario Saúl Delgado y la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, donde sostuvieron productivos encuentros tanto con profesores e investigadores como con estudiantes.

En la Facultad de Química se realizó una sesión de trabajo con los miembros del grupo de investigación de Enseñanza de la Química, durante el cual se expusieron los resultados en las temáticas del aprendizaje basado en problemas, la enseñanza de la Historia de la Química, el enfoque ecológico de las prácticas de laboratorio y las características del diseño del nuevo plan de estudios para la carrera.

Este intercambio entre ambas sociedades científicas fue valorado como muy positivo y propicia futuras colaboraciones en ambas áreas de la Química.



Imágenes de la reunión con el grupo de Enseñanza de la Química

Visita de Profesores de la Facultad de Química miembros de la Sociedad Cubana de Química a la Universidad de Utah.

Del 6 al 11 de abril una delegación de profesores de la Facultad de Química conformada por:

Dra. Margarita Villanueva Tagle (responsable de la delegación)

Dra. Leslie Yáñez González

Dra. Cristina Díaz López

Dra. Alicia Díaz García

Dra. Loreley Morejón Alonso

Dra. Ana Margarita Esteva Guas

Dr. Armando Paneque Quevedo

Dr. Manuel Álvarez Prieto

viajó a la ciudad de Salt Lake City para participar en el taller de Enseñanza de la Química y Química Analítica por invitación de la ACS y la Universidad de UTAH.

El taller fue organizado por la SCQ y la ACS en el marco del homenaje a “Ernest Eliel” que se viene realizando desde el 2016. El mismo se llevó a cabo los días 7 y 8 de abril con un programa de presentaciones acerca de los temas tratados y una mesa redonda dedicada a la enseñanza de la Química

Analítica y a las relaciones futuras entre ambas sociedades relacionadas con la Enseñanza de la Química.

Como resultado del taller se acordaron los temas relacionados con la enseñanza de la química en los cuales hay intereses comunes entre ambas sociedades y las vías que pueden ser utilizadas por las instituciones para desarrollarlos.

Se acordó realizar un simposio de enseñanza de la Química en el marco del Congreso Latinoamericano de Química (CLAQ), como parte de la Sección de Enseñanza. En este simposio participarán los delegados de Cuba y USA, así como pueden ser invitados otros delegados de los países asistentes. Resa Kelly por la parte de la ACS y Leslie Yáñez por la SCQ organizarán el Simposio. Se propone como tema fundamental a tratar en el Simposio la Calidad del graduado (como medir las competencias, medios, procedimientos, etc.).

La delegación de la SCQ que asistió al evento considera muy exitoso tanto el desarrollo del taller como los acuerdos tomados para la continuación del trabajo en función de los temas de interés común.

Por Dra. Ana María Plutín Stevens
Facultad de Química. Universidad de la Habana
anap@fq.uh.cu

El pasado 8 de mayo falleció en La Habana el Profesor Francisco Llanes Lazo.



M.c. Francisco Llanes Lazo

Paco, como siempre se le apodó, nació en La Habana el 3 de diciembre de 1944. Se graduó de Licenciatura en Química en 1969, y comenzó a trabajar en el Departamento de Química Orgánica ese mismo año, donde desde 1967 era alumno ayudante.

Ocupó diferentes cargos administrativos, políticos y sindicales. Fue Sub Director y Director de la antigua Escuela de Química cargo que ocupó durante más de cinco años. Ocupó otras responsabilidades en la Universidad y en el Ministerio de Educación Superior como fueron: Asesor del Rector, Director de Cuadros, Segundo Secretario en la Embajada de Cuba en la antigua URSS como funcionario de la Oficina del MES en ese país, Asesor de la Dirección de Postgrado y de la Dirección de Relaciones Internacionales, Jefe de Departamento en el Centro de Biomateriales del cual fue fundador.

Como profesor impartió clases de Química Orgánica en la Facultad de Química y en la Facultad de Biología. Comenzó sus

investigaciones en productos naturales, temática en la que obtuvo el grado de Maestro en Ciencias Ha publicado materiales docentes y varios trabajos científicos.

Especial desempeño tuvo como Director fundador de la Sede Universitaria de Plaza de la Revolución (2002-2006) y como Profesor Fundador del Instituto Politécnico de Menongue en la Provincia de Cuando Kubango en Angola (2009-2011), habiendo recibido varios reconocimientos por la dedicación al trabajo y los excelentes resultados alcanzados.

Participó activamente en la Comisión de Ingreso de la Facultad de Química (2008, 2012, 2013) y en la Comisión para la acreditación de la carrera y realizó un intenso trabajo docente-metodológico y de organización en la enseñanza de la Química Orgánica en la Facultad de Biología.

También en su etapa estudiantil fue dirigente de la FEU y de la UJC (1964-1969). Fue Secretario General del Comité de Base de Trabajadores (1969-70). Ingresó al PCC en 1973. Secretario General del Núcleo del PCC en el Centro de Biomateriales y Miembro del Comité del PCC de la Universidad de la Habana (1995-1998).

Ha recibido las siguientes distinciones y condecoraciones: Medalla de la Alfabetización (1987), la Distinción por la Educación Cubana (1991), la Distinción "Rafael María de Mendive" (1994), la Medalla "José Tey" (2002), la Medalla Conmemorativa 280 Aniversario de la Universidad de La Habana (2009) y la Medalla Frank País en 2014.

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 ACS.

Con relación a las referencias bibliográficas, en el texto, los números deben aparecer como superíndices (por ejemplo, García¹) y, si procede, después de las marcas de puntuación (por ejemplo, Soto²). Los nombres de las revistas deben abreviarse de acuerdo al Chemical Abstracts Service Source Index (CASSI) [en caso de duda, consúltese: www.cas.org/expertise/cascontent/caplus/corejournals.html] y deben seguir el estilo general siguiente:

Artículos de revistas:

1.-N. Martin, *Chem. Commun.* **2006**, 2093–2104.

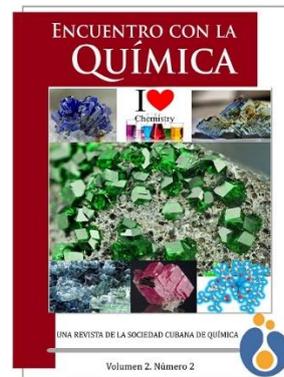
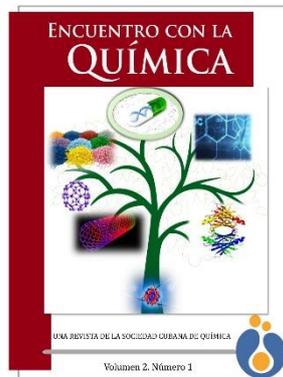
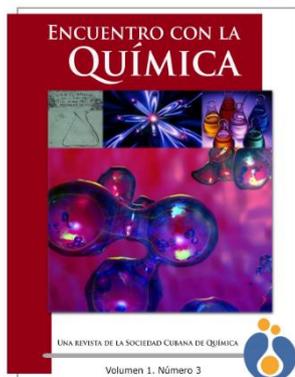
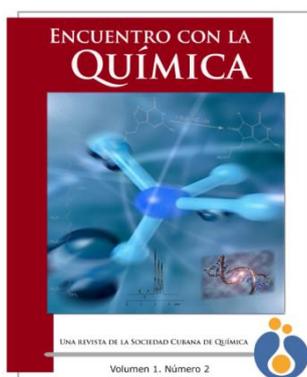
2.-V. Polshettiwar, R. S. Varma, *Chem. Soc. Rev.* **2008**, 37, 1546–1557.

Libros:

3.- D Tullius en *Comprehensive Supramolecular Chemistry*, Vol. 5 (Eds.: J. L. Atwood, J. E. D. Davies, D. D. MacNicol, F. Vögtle, K. S. Suslick), Pergamon, Oxford, **1996**, pp. 317-334.

Para la preparación de los manuscritos se recomienda revisar los artículos ya publicados anteriormente en la revista *Encuentro con la Química*.

Conjuntamente con el manuscrito, los autores deben enviar una fotografía y una breve reseña biográfica. Los manuscritos deben enviarse a la dirección electrónica msuarez@fq.uh.cu con la indicación de en cual sesión desea ser publicado. Después de revisado, se le informará la aceptación al autor principal.



Encuentro con la Química es una revista electrónica divulgativa de la Sociedad Cubana de Química.

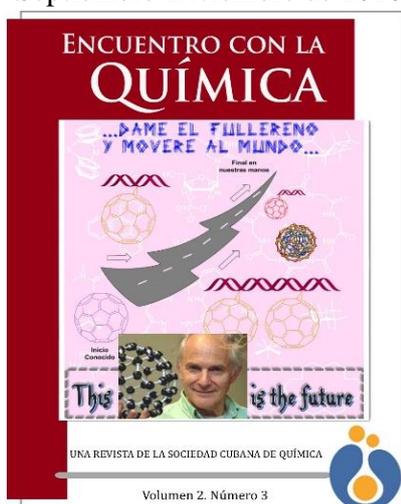
Su distribución es gratuita y su frecuencia es cuatrimestral.

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

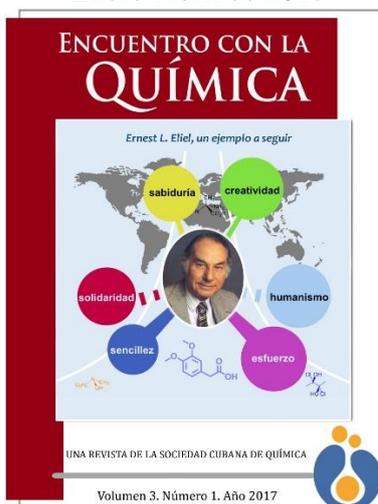
http://www.scq.uh.cu/encuentro_con_la_quimica

Últimos números

Volumen 2 Número 3
Septiembre-Diciembre de 2016



Volumen 3 Número 1
Enero-Abril de 2017



Volumen 3 Número 2
Mayo-Septiembre de 2017

