

INDUSTRIA & QUIMICA

ISSN 0368-0819

Setiembre 2014 - N° 366

REVISTA DE LA ASOCIACION QUIMICA ARGENTINA



**30° Congreso Argentino
de Química**

**102 Años de la Asociación
Química Argentina**

Sánchez de Bustamante 1749 - C1425DUI - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina - Tel./Fax: (54) 11 4822-4886 - aqa@aq.org.ar



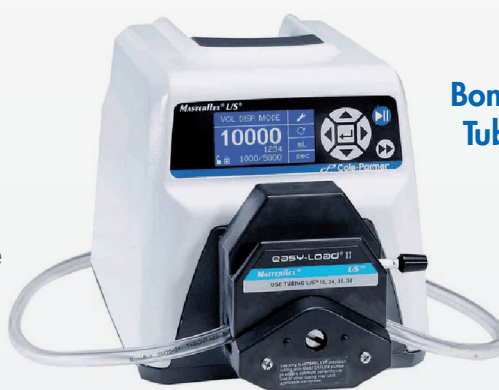
**Nuevo Catálogo
Cole-Parmer
en ESPAÑOL**



Medidores de Precisión Pre-Calibrados

- | Termómetros infrarrojos
- | Termohigrómetros
- | Termoanemómetros de paleta e hilo caliente
- | Medidores de presión y caudal
- | Luxómetros

**Bombas Peristálticas
Tuberías Masterflex**



**Medidores de pH / Conductividad / OD,
Multiparamétricos**

**Baños Termostáticos Digitales
Con y Sin Refrigeración**



**Viscosímetros Digitales
Rotacionales**

CIENTIST S.A.

Av. Corrientes 4709 Piso 12 "107" - C1414AJA - Buenos Aires - Argentina
Tel: (54-11) 4854-0804 | Fax: (54-11) 4856-2842
cientist@cientist.com | www.cientist.com | www.facebook.com/CientistSA



Editorial

102 años de trabajo y vocación

Dr. Eduardo A. Castro

El día viernes 22 de agosto se celebró un nuevo aniversario de la fundación de la Asociación Química Argentina en un acto llevado a cabo en nuestra sede central.

Lo que en principio se puede considerar como un hecho casi rutinario posee una enorme significación. En efecto, mantener ininterrumpidamente durante 102 años el accionar de nuestra entidad en base al desarrollo de diversas actividades orientadas a impulsar el quehacer químico nacional y poder mantener nuestras labores específicas de una manera constante, constituye todo un enorme logro que no puede dejar de destacarse. En especial debe señalarse la colaboración de los miembros de las distintas comisiones directivas que se han ido sucediendo a través del tiempo, quienes con su participación activa, entusiasta y desinteresada han permitido que el accionar de la AQA se consolidara y siga haciéndolo de manera positiva.

Es bien sabido que no es dificultoso iniciar toda clase de emprendimientos en las distintas áreas del quehacer humano, pero es nada sencillo darles continuidad en un ambiente en el cual este tipo de instituciones se encuentran sujetas a las más variadas situaciones críticas que llegan a poner en riesgo su misma existencia.

La AQA no ha estado ajena a este tipo de acontecimientos en varias ocasiones y, gracias al esfuerzo y las decisiones acertadas de sus autoridades circunstanciales, la institución ha podido sortear exitosamente tales acontecimientos. Al mismo tiempo se debe tener en cuenta que los cambios de todo tipo imponen severos desafíos para decidir el mejor camino a seguir. Señalar las problemáticas económicas, técnicas y las derivadas de las relaciones interpersonales e interinstitucionales es casi innecesario, pero no puede dejar de hacerse.

Pero por otra parte cuando se toma en consideración los frutos derivados de nuestras acciones corrientes, tales como la edición de las revistas, la organización de los cursos, el desarrollo de los congresos nacionales, el otorgamiento de reconocimientos de diversas categorías y demás actividades habituales cobramos conciencia de la importancia de ellos y que los mismos constituyen enormes impulsos para vitalizar el quehacer químico a nivel nacional. De esta manera nos proyectamos para cobrar nuevas fuerzas que nos ayuden y nos motiven para seguir trabajando por el bien común de la comunidad química argentina.

La realización del 30° Congreso Argentino de Química es una muestra de la dinámica de nuestra acción. En este marco agradecemos a todos aquellos colaboradores, tanto del sector empresarial, académico y administrativo, por el esfuerzo denodado para alcanzar otro de los objetivos propios de nuestro accionar.

La revista I&Q constituye una manifestación de este constante esfuerzo de la AQA para interactuar con los socios. Con el fin de incrementar una mayor interacción con sus lectores, creamos la sección Cartas de Lectores, en la que los socios podrán volcar sus opiniones sobre el accionar de I&Q.



COMISION DIRECTIVA DE LA ASOCIACION QUIMICA ARGENTINA

Presidente

Dr. Eduardo A. Castro

Vicepresidente

Dra. Noemí Walsøe de Reca

Secretario

Lic. Raúl F. Laba

Prosecretario

Lic. María Mercedes Rodríguez Goñi

Tesorero

Dr. Arturo Vitale

Protesorero

Dr. Carlos A. Azize

Director de Biblioteca

Dr. Máximo Barón

Vicedirector de Biblioteca

Dra. Irene Dasso

Vocales Titulares

Dr. Luis E. Bruno-Blanch
Tco. Qco. Juan C. Espector Yebra
Dra. Lydia R. Galagovsky
Dra. Alicia B. Pomilio
Lic. Enrique Rodger
Tco. Qco. Claudio Salvador

Vocales Suplentes

Dr. Héctor S. Arux
Ing. Eduardo A. Bernatené
Lic. Jorge L. Debanne
Dra. Alicia Fernández Cirelli
Dra. Alicia Jubert
Dr. Andrew Mercader
Lic. Carlos T. Soler

Órgano de Fiscalización / Titulares

Dr. Juan M. Castagnino
Dr. Mario Feliz
Dr. Yamil Salum

Órgano de Fiscalización / Suplentes

Dr. Alberto Luis Capparelli
Dr. Juan C. López Mussi



INDUSTRIA Y QUÍMICA
Órgano oficial de la Asociación
Química Argentina

Director

Alberto L. Capparelli

Comité de Redacción

Mariano Fonticelli
Lydia R. Galagovsky
Claudio Salvador

Coordinador

Mario González Pereyra

Comité Científico Asesor

Enrique J. Baran
Juan Miguel Castagnino
Eduardo Charreau
Lydia Cascarini de Torre
Elsa Damonte
Miguel R. Laborde
Alicia Pomilio
Silvia Porro

Norma Sbarbatti Nudelman

Horacio Sancovich
Rosario Soriano

Noemí Walsøe de Reca

**Editor responsable,
impresión y publicidad**

Orlando H. Castro

R. Peña 189 8° 17 - Tel. 4382-8097

Cel. 15 3030-1122

Suscripciones y Publicidad

Asociación Química Argentina
Sánchez de Bustamante 1749
(C1425DUI) Buenos Aires
Tel/Fax: 4822-4886 (lín. rotativas)
e-mail: iyq@aqa.org.ar
www.aqa.org.ar

Las opiniones de la Asociación
Química Argentina sólo se expresan medi-
ante los editoriales.

Reg. de la Prop. Intelectual N° 164750
Prohibida su reproducción.

Indice

Editorial

102 años de trabajo y vocación

Pag. 1

Actividades de la Asociación Química Argentina

Acto del centenario de la Asociación Química Argentina

Pag. 3

Panorama del 30° Congreso Argentino de Química

Pag. 5

Premios Nobel Física y Química 2012/13

Pag. 7

Dr. Pedro Cattáneo. Recordando a un grande.

Pag. 8

Educación

Química sustentable:

Una asignatura fundamental para la ingeniería química del siglo XXI

Pag. 9

A la sombra de la primera guerra mundial.

Pag. 12

Historia de las armas químicas

La Química en épocas de cómputos intensivos y de datos masivos:

¿como prepararse para ese futuro?

Pag. 17

Tesis premiadas

Crecimiento y Caracterización de Materiales Semiconductores II-VI

Pag. 21

Complejos polinucleares de metales de transición con 4,4'-azobis

(piridina) como ligando puente

Pag. 22

Interacción de Pesticidas con los Componentes

Orgánicos e Inorgánicos del Suelo

Pag. 23

Artículos Técnicos

Una alternativa para la determinación del antibiótico monensina
en premezclas usadas en la alimentación animal

Pag. 25

Química atmosférica de acrilatos y metacrilatos emitidos por
la industria de polímeros

Pag. 29

Ate de guayaba bajo en calorías

Pag. 34

Cazadores de energías renovables

Pag. 40

Acto del centenario de la Asociación Química Argentina

Mario González Pereyra

El día 24 de agosto de 2012 se llevó a cabo en la sede, el acto por la celebración de los 100 años de la Asociación Química Argentina. El Auditorio Dr. Sordelli estuvo colmado de asistentes que compartieron el evento junto a las autoridades de la entidad y socios, como así también colegas profesionales y estudiantes con la destacada visita del señor Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación productiva de la Nación Dr. Lino Barañao.

La apertura estuvo a cargo del Dr. Carlos Azize, presidente de la AQA, quien se dirigió al público presente agradeciendo su presencia y expresó un cálido homenaje a los socios fundadores destacando su certera y amplia visión de contar con una entidad abierta que reuniera a todos los químicos y que fuera representativa de ellos ante la sociedad y ante el mundo. Luego presentó al Dr. Barañao "Desde el Estado fomentamos la inclusión de la ciencia y la tecnología en la producción de bienes y servicios, porque sabemos que son áreas que profundizan los procesos de desarrollo con inclusión. En este sentido, destacamos la importancia de los químicos, ya que fueron los que crearon históricamente gran parte de la industria nacional en nuestro país", declaró el Dr. Barañao. Además, destacó la importancia de la química en la sociedad, recordó su paso por la asociación en sus años como estudiante de química y agradeció el rol de la institución para su carrera profesional remarcando que el mismo recibió el Premio Dr. Berdoy



Parados: Dra. Dasso, Lic. Laba. Dra. Galagovsky, Lic. Rodriguez Goñi, Dra. Lastres de García, Dr. Viale, Tco. Qco. Salvador, Dr. Arux y Tco Qco. Espector Yebra
Sentados: Dres: Barón, Castro, Azize, Walsöe de Reca y Vitale

Posteriormente el Dr. Azize junto al Dr. Barañao entregaron los Premios Dr. Roberto Recoder 2012 a los egresados con el título de Técnico Químico con mejores promedios de Escuelas Técnicas de la Ciudad de Buenos Aires, los mismos fueron:

Premiado	Escuela	Prom.
Tco. Qco. Nahuel Adrian Banegas Romañach	E.T. N° 9 - Ing. Luis A. Huergo	9,15
Tco. Qco. Leandro Luis Missoni	E.T. N° 1 - "Otto Krause"	
Tco. Qco. Lucas Daniel Rombola	E.T. N° 27 - "Hipólito Yrigoyen"	9,14
Tco. Qco. Facundo Darío Ruiz	Inst. Industrial "Luis A. Huergo"	9,01

Luego, se reconoció a los graduados con mejores promedios en carreras químicas de todo el país a través del Premio “Asociación Química Argentina 2012”, los premiados fueron:

Nombre	Establecimiento	Prom.	Premio
Bioq. Leandro Adrián Amherdt	Fac. de Bioq. y Cs. Biológicas Univ. Nac. Litoral	9.03	AQA
Lic. María Virginia García Micocci	Univ. Nac. Del Sur	9.88	AQA
Lic. en Biotec. Leandro Nicolás Güttlein	Fac. de Bioq. y Cs. Biológicas Univ. Nac. Litoral	9.32	AQA
Ing. Marianella Nicola	ITBA - Instituto Tecnológico de Buenos Aires		AQA
Lic. María Emilia Pacheco	Facultad de Ciencias Exactas UNLP	9.63	AQA - Dr. Emilio Etchegaray
Lic. Mariel Pamela Slodowicz	Fac. Cs. Exactas Universidad de Belgrano	8.97	AQA
Lic. Pablo Ernesto Videla	Fac. Cs. Exactas y Nat. UBA	9.42	AQA - Dr. Pedro A. Berdoy
Lic. Francisco José Aprile	Univ. Nac. Del Sur	9.08	Mención de Honor
Lic. Jimena Fernandez Rosso	Fac. Cs. Exactas y Nat. UBA	9.35	Mención de Honor

La Lic. María Virginia García Micocci, quien obtuvo el promedio más alto, se dirigió al público en representación de los premiados para agradecer el galardón, y a modo personal “expresar lo contenta y orgullosa que me siento por recibir tan prestigioso premio”, destacó además, la importancia de crear conciencia en la necesidad de que nuestros estudiantes no tengan que emigrar una vez graduados y puedan desarrollar sus actividades profesionales en el país.

Por último, durante la ceremonia se entregaron plaquetas conmemorativas a los socios con 40 años de antigüedad y los socios declarados “Vitalicios”.

Lic. Pedro Martín Beramendi - Socio 40 años

Dr. Juan Carlos López Musi – Socio Vitalicio

Lic. Leonardo Mazzia – Socio Vitalicio

En el cierre del evento, el Conferenciante del Año, el Dr. Jorge H. Comin, ex presidente de la AQA, disertó sobre “La Asociación Química Argentina”, comentó acerca de la importancia del impulso a las carreras químicas para la sociedad y el rol de la Asociación Química Argentina en este tema, y que objeto tiene ser socio de esta institución, destacando que la actuación conjunta de los químicos a través de la Asociación les permite tener una trascendencia social imposible de conseguir actuando aisladamente, y que esa actuación en conjunto debía incrementarse mejorando cada vez más nuestra imagen en la comunidad. Remarcó la función de ayuda a colegas y estudiantes por parte de la entidad y agregó que resulta muy importante que se colabore con las universidades que tengan carreras de química para que sus currículos se mantengan actualizados en función de las necesidades de la industria y la comunidad.

Todo concluyó con un brindis de honor por los recientemente galardonados y por los primeros 100 años de la Asociación Química Argentina.



Dr. Azize, Lic. García Micocci y Ministro Barañaño



Dr. Azize, Mtro. Barañaño y Dr. López Musi



Mtro. Barañaño, Dra. Walsöe de Reca y Dr. Azize



Dr. Jorge Comin

Panorama del 30° Congreso Argentino de Química

Carlos A. Azize

Después de muchas décadas, el 30° Congreso Argentino de Química, que coincide con el 102° aniversario de la fundación de la Asociación Química Argentina, tendrá su sede en la ciudad de Buenos Aires.

Como siempre, en sus tres jornadas se expondrán trabajos realizados a lo largo y ancho de nuestro país por excelentes investigadores, algunos muy jóvenes y otros en la plenitud de su madurez científica.

Los nuevos tensioactivos amigables con el ambiente utilizados en las distintas formulaciones de agroquímicos serán protagonistas en el panel dedicado a la **Química Ambiental**, coordinado por la **Dra. Alicia Fernández Cirelli**, en el cual se abordarán otros dos temas de gran actualidad: la modificación de polímeros industriales, que pueden ser

desechos contaminantes, para obtener productos capaces de capturar iones pesados, transformándose de hecho en descontaminantes, y la relevancia adquirida por la química analítica en el tema ambiental evitando que datos erróneos lleven a conclusiones consecuentemente equivocadas.

El Simposio sobre **Educación Química**, que coordina la **Dra. Lydia Galagovsky**, reunirá a docentes y profesionales de todo el país preocupados por las deficiencias de la enseñanza de nuestra disciplina, lo que se traduce en un déficit vocacional importante y claramente perjudicial para la Argentina.

La **Dra. Edith Valles** disertará acerca del uso de las armas químicas en el 100° aniversario de la primera guerra mundial.

Tendremos aportes recientes en el

campo de la **Química Medicinal** con la coordinación del **Dr. Luis Bruno-Blanch**.

Un nutrido programa de conferencias sobre temas interesantes y actuales vuelca al congreso un variado espectro de la **cultura química general**, entre las que mencionamos:

Dra. Ing. Susana A. Larrondo, “Celda de combustible de óxido sólido: Presente y futuro de una tecnología para la producción con alta eficiencia”

Dra. Verónica B. Slezak expondrá sobre “Sistemas de detección de trazas contaminantes basados en fenómenos fototérmicos”

Dr. R. Forlán se referirá a “Extractos modificados químicamente como fuente de compuestos bioactivos”

Dr. Agustín Adúriz Bravo. Título: Contenidos de química: qué se pone en valor en las pruebas internacionales PISA

Dr. Pablo R. Duchowicz, “El complemento entre la teoría y la experiencia a través de las relaciones cuantitativas estructura-propiedad”

Dr. Roberto Todeschini, “Nuevos avances en el desarrollo de la teoría QSAR/QSPR”

Dr. Fernando D. Suvire UNSL Título: Técnicas de modelado en el estudio de Dehidrofolatoreductasa.

Dr. Alan Talevi Facultad de Ciencias Exactas- Universidad Nacional de La Plata. Título: Reposicionamiento de Fármacos para el tratamiento de la enfermedad de Chagas.

Dra. Carina M.L. Delpiccolo Universidad Nacional de Rosario Título: Triazolipeptidilpenicilinas con actividad



Apertura del XXIX Congreso

antitumoral. Síntesis y evaluación biológica

Dra. Luciana Gavernet Facultad de Ciencias Exactas- Universidad Nacional de La Plata. Título: Diseño racional, optimización de síntesis y evaluación biológica de nuevas sulfamidas anticonvulsivas.” Química Medicinal-

Prof. Valerian Dragutan Romanian Academy of Sciences, Institute of Organic Chemistry (Rumania) Título de la Charla: Multi-Step Synthesis of Medically Relevant Organic Molecules by Metathesis Chemistry

Dr. Mario Alfredo Quevedo Unidad de Investigación y Desarrollo en Tecnología Farmacéutica (UNITEFA), Fac. de Ciencias Química, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba Argentina Título: Aplicación de estudios de Modelado Molecular al diseño de fármacos anti HIV”

Dr. Marcelo Puiatti Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Nacional de Córdoba. Título: Productos Naturales como plataforma para la Síntesis de Inhibidores Duales de Acetilcolinesterasa”

Dr. Andrew G. Mercader, “Relaciones Cuantitativas Estructura Actividad: métodos lineales, avances y perspectivas.”

En **Química Orgánica** **Dr. Roberto A. Rossi** nos ilustrará sobre “Nuevas estrategias mediante reacciones de transferencia electrónica. Síntesis de heterociclos, biarilos y estilbenos”.

Otras conferencias serán dictadas por: La Dra. Alicia Pennissi, la Dra. A. Peñeñory, Dra L. Finkelsztein.

Para aprovechar esta calificada exposición de temas, la Asociación Química Argentina invita a los asistentes a participar y disfrutar plenamente del congreso, establecer fructíferas relaciones con colegas de otros laboratorios e institutos y tomar conocimiento de actividades químicas de distinto tipo que tienen lugar en el país.



Desarrollo del XXIX Congreso

La realización del **30º Congreso Argentino de Química** se llevará a cabo en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, durante los días **22, 23 y 24 de Octubre del presente año.**

El mismo se desarrollará en las sedes de la Asociación Química Argentina, Sanchez de Bustamante 1749 y de la Sociedad Científica Argentina, Av. Santa Fe 1145. La estructura de la reunión será similar a la de los anteriores Congresos y abarcará todas las áreas de la Química.

Este encuentro es una oportunidad singular para presentar trabajos originales, resultados parciales de tareas de investigación en curso, y tomar contacto con colegas, relevantes investigadores del país y del exterior, con efectos científicamente enriquecedores.

Durante el congreso se llevarán a cabo conferencias plenarios y semiplenarios a cargo de reconocidos investigadores nacionales y extranjeros.

Los detalles referidos a la presentación de trabajos, conferencistas, mesas redondas, preparación de los resúmenes, etc., así como todos los anuncios del evento figuran en el sitio web: www.aqa.org.ar y se difunden por medio del Boletín Electrónico de la AQA, que será enviado a los interesados que no lo reciben actualmente solicitándolo a la Secretaría de la institución: aqa@aqa.org.ar

Las secciones del congreso, dentro de las que se presentarán los trabajos y disertaciones son las siguientes:

Química Analítica	Química Ambiental	Ciencia y Tecnología de Alimentos
Química Orgánica	Química Medicinal	Nanoquímica y Nanotecnología
Química Física	Biotechnología en Química	Química Teórica y Computacional
Química Biológica	Educación en Química	Química Inorgánica, Química Bioinorgánica, Radioquímica y Química Nuclear
Química Industrial, Química Tecnológica y Ciencia de los materiales	Química Clínica	

Premios Nobel

Física y Química 2012/13

<http://www.nobelprize.org>



Robert J. Lefkowitz



Brian K. Kobilka



Martin Karplus



Michael Levitt



François Englert



Peter W. Higgs

Premios Nobel de Química 2012

En el año 2012, la Real Academia de Ciencias de Suecia concedió el galardón a los científicos estadounidenses Robert Lefkowitz (Universidad Duke, Carolina del Norte) y Brian Kobilka (Universidad de Stanford) por sus investigaciones sobre un tipo de receptores de la membrana de las células que regulan múltiples funciones biológicas. De los receptores acoplados a proteínas G depende la actividad de hormonas como la adrenalina o la leptina, así como de neurotransmisores como la serotonina o la dopamina. Regulan desde el apetito al estado de ánimo, pasando por la tensión arterial, el tono muscular o las reacciones ante situaciones de estrés.

Fuente: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2012/

Premios Nobel de Química 2013

El Premio Nobel de Química 2013 fue otorgado a los investigadores Martin Karplus (Universidad de Strasburgo/

Harvard), Michael Levitt (Universidad de Stanford) y Arieh Warshel (Universidad de Southern California) por el desarrollo de modelos multiescala de sistemas químicos complejos. Los galardonados desarrollaron las bases de los métodos de cálculo computacional para comprender y predecir procesos químicos. La Academia Sueca reconoció la creciente importancia de los métodos computacionales en la química y la biología, como por ejemplo, la simulación de procesos en enzimas celulares hasta la absorción de luz en pigmentos naturales. Los modelos computarizados permiten comprender el porqué del funcionamiento de los sistemas moleculares y dando herramientas que sirve de guía a los experimentalistas.

Fuente: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2013/



Arieh Warshel

Premios Nobel de Física 2013

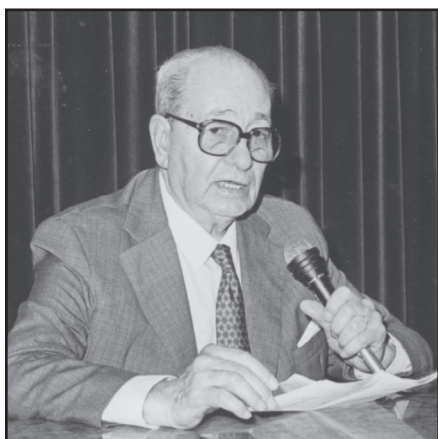
El Premio Nobel en Física fue otorgado a investigadores François Englert (Universidad libre de Bruselas, Bélgica) y Peter W. Higgs (Universidad de Edimburgo, Reino Unido) por el descubrimiento de los mecanismos que contribuyen a la comprensión del origen de la masa de las partículas subatómicas. Los experimentos realizados en el marco del colisionador de hadrones del CERN condujeron a la confirmación de las hipótesis realizadas por estos científicos a mediados del siglo pasado. La pregunta sobre el porqué las partículas elementales tienen masa, condujo a estos investigadores a postular la existencia de una partícula que daba una respuesta plausible a esta pregunta. Esta partícula es conocida como el bosón de Higgs en el campo de la física y como la partícula de Dios, como se le conoce popularmente, fue confirmada en 2012 en los experimentos del CERN.

Fuente: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2013/

Dr. Pedro Cattáneo

Recordando a un grande

Editorial Industria y Química



Nacido en Zárate el 15 de septiembre de 1912, en 1937 Pedro Cattáneo se doctoró en Química en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires con una tesis dirigida por el Dr. Venancio Deulofeu. En dicha casa de estudios ocupó todas las jerarquías docentes desde auxiliar hasta profesor titular plenario y profesor emérito.

Trabajó desde 1931 en la ex Oficina Química Municipal de la Ciudad de Buenos Aires, lugar desde el cual a partir de 1937 publica sus primeros trabajos en temas de Bromatología, especialidad que abrazaría definitivamente, seguidos de una vastísima investigación sobre la composición en ácidos grasos de aceites crudos de extracción de semillas y pulpa de frutos de producción en gran escala en el país, como oliva, maní, algodón, germen de maíz, girasol, uva, soja y lino, así como aceites de pulpa de palta,

de frutos, raíces y bulbos comestibles y de numerosas especies no explotadas, incluso malezas, considerando factores agro-climáticos y varietales.

Buena parte de sus esfuerzos, reflejados en casi 200 trabajos originales, muchos de ellos tesis de doctorado, se dedicaron a establecer la composición química de semillas de especies de Amarantho (pseudocereales), de quinoas y de lupinus, así como de subproductos de la industria alimentaria, principalmente de "aislados proteicos", trabajos pioneros en el país, y de mieles de abeja de producción nacional, actividades que al mismo tiempo sirvieron para la formación de gran número nuevos especialistas.

Sus trabajos fueron de utilidad a la normalización, a la redacción de la legislación alimentaria, a la nutrición, a las industrias de alimentos y de productos de uso no alimentario. Fue activo conferencista en el país y en el exterior y dictó varios cursos de postgrado en universidades del país y del exterior, y en entidades científicas.

Por largos años se desempeñó como

asesor honorario de organismos oficiales y privados: IRAM desde 1942, INTI desde 1959, Secretaría de Estado de Salud Pública (Legislación Alimentaria y Código Alimentario Argentino) desde 1952, CONICET desde 1960 (Investigador Superior, Miembro de Comisiones Asesoras y Directorio); fue miembro de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias, de la Asociación Química Argentina (socio vitalicio de ambas), y de otras instituciones.

Fue nombrado socio honorario de la Sociedad Científica Argentina, y recibió otras numerosas distinciones y premios de organismos oficiales y privados, del país y del exterior. Fue Miembro Titular de las Academias Nacionales de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de la de Agronomía y Veterinaria y de la de Ciencias de Buenos Aires, y Miembro Correspondiente de la Academia de Ciencias de Chile, Miembro Honorario de las Universidades Nacionales de Río Cuarto (Córdoba) y de la Universidad de Buenos Aires. El Dr. Pedro Cattáneo falleció en esta ciudad el 29 de marzo de 2000.



INSTITUTO ARGENTINO
DE NORMALIZACIÓN
Y CERTIFICACIÓN



INTI

CONICET



Química sustentable: Una asignatura fundamental para la ingeniería química del siglo XXI

Cecilia E. Silvana Alvaro

RESUMEN

La Química Sustentable consiste en una filosofía química dirigida al diseño de productos y procesos químicos que reducen o eliminan el uso y generación de sustancias nocivas en procesos que se realizan en la Industria Química y afines. En los últimos años, numerosos libros y conferencias se centran en el tema de esta nueva metodología química que contribuye a la disminución de los impactos negativos de la industria química sobre el planeta y la vida humana; sin embargo, un relevamiento reciente de los planes de estudio de las carreras de Ingeniería Química y Licenciatura en Química de las universidades argentinas indica que dichos conceptos, tan actuales en el devenir de la ciencia química, no están incorporados a la curricula de dichas carreras. En base a lo expuesto la autora elaboró el programa de la materia Química Sustentable: Fundamentos y Aplicaciones, el cual, puesto a consideración de las entidades docentes y autoridades de la Facultad de Ingeniería y Universidad Nacional del Comahue fue incorporado al Plan de Estudios de la mencionada carrera.

INTRODUCCIÓN

Los avances que se producen día a día en el campo de la ciencia y la tecnología, la velocidad de los cambios y la complejidad de los sistemas en los cuales se deberá desempeñar el ingeniero de los próximos años, representa un desafío para los sistemas educativos en

la formación de cultura científica entendida como el conjunto de conocimientos en ciencia y tecnología adquiridos y utilizados por un individuo para actuar en su vida cotidiana. Este contexto nos indica que uno de los aspectos de mayor relevancia en el perfil del ingeniero es poder desarrollar la capacidad de generar respuestas a problemas que sean al mismo tiempo nuevos e inesperados.

La Química Sustentable no puede considerarse como una nueva especialidad dentro de la Química, sino como un conjunto de principios que abordan el desarrollo sostenible previniendo la contaminación desde el origen [1]. En este sentido, es una materia multidisciplinaria que implica a las distintas especialidades de la química, bioquímica, ingeniería química, toxicología y legislación. Aborda todo el proceso de elaboración de un producto químico a partir de las materias primas, diseño e investigación, incluyendo la producción, consumo y reciclado o eliminación.

En este contexto, la Industria Química requiere incorporar mejoras en sus procesos productivos para ser competitiva y poder satisfacer las necesidades que plantea la sociedad actual. Estas necesidades involucran el desarrollo y mejoramiento de procesos, el uso eficiente de los recursos energéticos y materiales para lograr una disminución del impacto asociado a las actividades industriales [2], así como la contribución al desarrollo social y económico de las

comunidades. Para cubrir estas necesidades, la aplicación de estrategias que impliquen el uso eficiente y la incorporación de fuentes alternas de energía, la operación eficaz de procesos amigables con el medio ambiente, la integración, automatización y la especialización de los procesos productivos, resultan prácticas imperativas para diferenciar las empresas exitosas del futuro y concienciar a los profesionales de la Química en erradicar la contaminación desde una perspectiva diferente: la prevención.

En general los Planes de Estudio de las carreras de Ingeniería del país poseen una estructura curricular rígida, con pocas posibilidades de adaptación, que poseen asignaturas con altos contenidos informativos e implementadas con metodologías de enseñanza tradicional. Bajo estas premisas se hace imperioso el diseño de un curriculum flexible con mayores posibilidades de adaptación. El actual Plan de Estudio de la Facultad de Ingeniería de nuestra universidad está dividido en áreas que corresponden a: Ciencias Básicas, Ciencias Tecnológicas Básicas, Ciencias Tecnológicas Aplicadas y Ciencias Complementarias [3]. Para obtener el título de Ingeniero Químico el alumno debe aprobar todas las asignaturas obligatorias del plan y cuatro asignaturas optativas que elija del total de una nómina que podrá ser modificada anualmente por el Consejo Directivo, un examen de suficiencia de idioma inglés, a nivel de interpretación



de textos y realizar Proyecto Integrador Profesional (Tesis de grado). Se vislumbra la necesidad de homogeneizar los contenidos de la currícula de grado con otras Universidades y producir un cambio sustancial y conceptual en el proceso de enseñanza aprendizaje. El desafío de un desarrollo sustentable para Latinoamérica está siendo abordado académicamente y de manera cotidiana en distintos países de la región en los últimos años, como lo evidencian congresos y simposios que incluyen en su temática áreas relacionadas a Desarrollo Sustentable y Química Verde, como así también en los quehaceres del día a día de nuestros hermanos latinoamericanos.

En complemento a lo anteriormente mencionado, es ineludible citar que a la globalización de la economía y de los mercados, los académicos debemos anteponer la “globalización del conocimiento” [4] y es el principal objetivo de este artículo poner en consideración de toda la comunidad universitaria nacional el debate acerca del tema, favoreciendo la discusión y tal vez, incorporando esta nueva filosofía química en la currícula de las carreras afines.

OBJETIVOS DE LA PROPUESTA CURRICULAR

Se elaboró el programa de la materia atendiendo su incumbencia a la carrera de Ingeniería Química, proponiendo temas y prácticas específicas que abordará el futuro egresado en su práctica

profesional, como son diseño de procesos, selección de sus componentes e interconexiones, aplicando los conceptos de Química Sustentable.

Objetivos Generales:

Introducir al alumno en un área multidisciplinaria reciente de la química que propone prevenir la contaminación desde su origen mediante el diseño, o rediseño, de procesos que minimicen el uso y producción de sustancias peligrosas, en contraposición a la práctica industrial de desarrollar sistemas de protección y tratamiento de este tipo de sustancias una vez generadas. Se incluyen técnicas innovadoras que orienten la propuesta de tratamientos de remediación de residuos derivados de la actividad antropogénica.

Objetivos Particulares:

Que el alumno adquiera una perspectiva de logros profesionales y líneas de investigación actuales en este campo, su íntima relación con la “Ingeniería Verde”, en una combinación de conocimientos que serán demandados en el futuro por la industria química, las actividades científicas y la sociedad en general. Se enfatizan estudios metodológicos y sintéticos tendientes a desarrollar nuevas reacciones y propuestas de estrategias que contribuyan al desarrollo de procesos sustentables. Se discuten secuencias “tandem” como alternativa en síntesis orgánica, secuencias “one pot” y multicomponentes (optimizan consu-

mo energético y minimizan generación de residuos, aditivos y soportes); reacciones en sistemas acuosos, solventes supercríticos, líquidos iónicos, condiciones de reacción (microondas, electroquímica), catálisis sustentable (foto- y biocatálisis), utilización de recursos renovables y tecnologías alternativas que contribuyen a la protección humana y ambiental.

Al finalizar la asignatura, el estudiante será competente para:

1. Identificar los principales objetivos de la Química Sustentable (ó Química Verde) y disponer de una visión global de las tecnologías disponibles relacionadas a la industria química.
2. Familiarizarse con las tendencias actuales de los procesos sustentables.
3. Reconocer y proponer el desarrollo de metodologías y procesos químicos limpios.
4. Poder realizar un análisis y lectura crítica sobre el impacto de la “Ingeniería Verde” de un determinado proceso de la industria química.
5. Predecir el impacto medioambiental producido por sustancias tóxicas vertidas al medio ambiente en cualquier actividad industrial o en un eventual accidente.
6. Desarrollar capacidades suficientes para evaluar la generación de productos secundarios que pueden ser más tóxicos que los contaminantes iniciales, con el fin de tomar las medidas adecuadas.

Programa Analítico

Tema I: Química Sustentable. Marco conceptual y Principios. "Ingeniería verde". Química Fina.

Tema II: Compuestos orgánicos contaminantes. Riesgo químico. Efectos sobre la salud humana y el medio ambiente. Productos secundarios comparativos: Factor E.

Tema III: Metodologías basadas en principios sustentables. Reactivos y Sustancias alternativas. Disminución del consumo energético.

Tema IV: Rutas sintéticas sustentables. Recursos renovables.

Tema V: Reactivos de bajo riesgo contaminante. Química combinatoria.

Tema VI: Alternativas biotecnológicas. Biocatálisis. Biotransformaciones.

Tema VII: Metodologías de evaluación y saneamiento del riesgo ambiental.

Tema VIII: Legislación. Marco normativo medioambiental. Acuerdos internacionales y nacionales.

METODOLOGÍA PEDAGÓGICA**Contexto y Participantes**

La asignatura, Código 916, se incorporó al Plan de Estudios de la carrera Ingeniería Química mediante Resolución "C.D." F.I. Nº 183/12, Acta Nº 6 y comenzó a dictarse en el año 2012. Las materias correlativas precedentes incluyen las materias del ciclo básico y de tecnologías básicas, por lo cual los alumnos en condiciones de cursarla corresponden a cuarto y quinto año de la carrera.

La asignatura se implementó considerando un espacio áulico de seis horas semanales, de las cuales el 50 % corresponde a explicación de conceptos teóricos y el 50 % restante a realizar trabajos prácticos sobre temas relacionados a los mismos, en los que será imprescindible la búsqueda de información para completar los fundamentos teóricos transmitidos en clase.

El espacio áulico posee las instalaciones apropiadas para la proyección de material de multimedia y acceso a Internet.

En los trabajos prácticos se invita a los estudiantes a disponerse en grupos y la cátedra entrega guías de problemas

que aumentan gradualmente su complejidad. Se permite un tiempo prudencial para que los grupos discutan sobre la solución de la misma y al final el docente realiza una recopilación de las soluciones propuestas y puntualiza la resolución final.

El contenido del curso se complementa con lecturas sobre diversos tópicos de interés, como artículos de actualidad y análisis de trabajos publicados en revistas de investigación.

Además, los trabajos prácticos incluyen la visita a una planta local de tratamiento de efluentes urbanos y/o industriales. Preparación de un informe.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de los trabajos prácticos áulicos y las visitas a obra, los alumnos aplican los fundamentos teóricos, discuten y ofrecen propuestas orientadas a aplicar la sustentabilidad de los procesos en estudio. Como ejemplo concreto de un trabajo práctico realizado, mencionamos la elaboración del diseño de una planta de producción de jugos de pera y manzana (industria derivada de la producción frutihortícola de la zona), considerando cuestiones ambientales y de seguridad que deben tenerse en cuenta al proponer el diseño.

Teniendo en cuenta que el desarrollo de competencias profesionales implica la actuación en contextos reales de la vida en el aula, se logró incentivar en los estudiantes las competencias científico tecnológicas en conjunto con las sociales y actitudinales, resultado que consideramos beneficioso debido al efecto multiplicador, motivado hacia una mejor calidad de vida y preservación del medio ambiente.

En relación al compendio de conocimientos que los alumnos aportaron a la asignatura, se observó una deficiencia concreta en temas de Química Orgánica y Biotecnología, especialmente los relacionados a biomoléculas, enzimas, catálisis enzimática y biotransformaciones, respectivamente. Debido a la ubicación de Química Sustentable en el Plan de Estudios, es decir, finalizando la carrera, y a la importancia que reviste el

conocimiento de dichas disciplinas en el desarrollo de la Ingeniería Química del siglo XXI, resulta altamente recomendable generar el debate docente-académico necesario para adecuar los contenidos de las mencionadas materias a los tiempos actuales.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Dra. Marcela Gatti por los aportes brindados durante la realización de los trabajos prácticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] P. T. Anastas, J. B. Zimmerman, *Design Through the 12 Principles Green Engineering*.

Environ. Sci. Technol. 37(5), 95-101, 2003.

[2] Norma Nudelman (editora). *Química Sustentable*, 1ra Edición, Editorial Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina, 2004.

[3] Plan de Estudios de la carrera Ingeniería Química. Ordenanza Nº 803/97. Consejo Superior. Universidad Nacional del Comahue, 1987.

[4] R. M. Ruvalcaba, *Química Orgánica Verde*, 1ra Edición, Editorial Tecnológica de Costa Rica. Costa Rica, 2010.

Cecilia E. Silvana Alvaro

Departamento de Química. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Comahue. Buenos Aires 1400. (8300), Neuquén capital, Neuquén, Argentina.

E-mail: silvana_alvaro@hotmail.com/silvanitaces@gmail.com

Historia de las armas químicas A la sombra de la primera guerra mundial.

*Edith G. Valles**

Dirección de Acuerdos Internacionales. Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa. J. B. La Salle 4397. B1603ALO, Villa Martelli, Buenos Aires, Argentina

Email: evalles@citedef.gob.ar

Resúmen

Si bien desde los inicios de las contiendas armadas se utilizaron armas químicas ya sea por sus propiedades inflamables o tóxicas, es durante la Primera Guerra Mundial cuando se dió inicio a lo que se conoce como guerra química moderna. En los años subsiguientes distintos países desarrollaron programas ofensivos químicos que fueron perfeccionándose con el correr del siglo XX. Hacia finales de ese siglo, la figura de los actores no estatales cobra importancia dentro del cuadro de amenazas de las armas químicas, lo que se evidencia en el ataque perpetrado en 1995 en Japón con el uso de sarín. Es así como, luego de muchos años de deliberación y ante la preocupación internacional dados los acontecimientos ocurridos, se ve impulsada la creación de la Convención para la Prohibición del Desarrollo, Producción, Almacenamiento y Uso de Armas Químicas y sobre su Destrucción, que fuera ratificada inicialmente sólo por 87 países entrando en vigor el 29 de abril de 1997. Dicha Convención, a través de la Organización para la Prohibición de las Armas Químicas, demostró su rol decisivo en la investigación de los últimos usos perpetrados con armas químicas en

Siria como así también sobre el desarme y destrucción del arsenal químico de dicho país.

El 28 de julio de 2014 se cumplieron cien años del comienzo de la Primera Guerra Mundial, también conocida como “La Gran Guerra”. Este conflicto generó enormes consecuencias para la sociedad de su época marcando un antes y un después en la historia de la humanidad, además de ser la génesis de la guerra química moderna.

El caso más antiguo descrito sobre el empleo de una sustancia química como arma dadas sus propiedades tóxicas, se produjo en el año 256, en el asedio de los persas a la ciudad de Dura Europos (actual Siria), donde emplearon una mezcla de brea y azufre para producir óxidos de azufre y así tomar la ciudad (1).

Si bien se reconocen casos anteriores de uso de sustancias químicas en combate, éstas, en su mayoría, sólo buscaban hacer uso de las propiedades inflamables de las sustancias químicas utilizadas más que de sus propiedades tóxicas. Tal es el caso, por ejemplo, de los lanzallamas empleados en el año 424 A.C durante la Guerra del Peloponeso, o el “fuego griego”, desarrollado en el año 668 (2).

Acercándonos en la historia, a causa del uso de sustancias tóxicas durante la guerra Franco-Holandesa (donde por ejemplo se utilizaron dispositivos explosivos e incendiarios que contenían alcaloides de belladona, entre otros compuestos tóxicos), el 27 de agosto de 1675 y en respuesta a la utilización de los pro-

yectiles envenenados, Francia y Alemania firmaron el Tratado de Estrasburgo, constituyéndose en el primer acuerdo internacional documentado que prohibía el uso de dispositivos tóxicos “pérfidos y odiosos” (3).

Doscientos años más tarde, en 1874, y dada la preocupación por el uso de armas químicas, se firmó el Convenio de Bruselas sobre el Derecho y Costumbres de la Guerra, el cual prohibía el empleo de veneno o armas envenenadas, y el uso de armas, proyectiles o material que cause sufrimiento innecesario. Posteriormente, y antes de terminar el siglo XIX, el 29 de julio de 1899, se firmó la segunda Declaración de La Haya, dando lugar a la primera prohibición internacional en el empleo de proyectiles cuyo único objeto fuese esparcir gases asfixiantes o deletéreos. Esta prohibición se incluyó también en la IV Convención de La Haya del 18 de octubre de 1907, la cual prohibía el empleo de tóxicos o armas tóxicas (4).

Primera Guerra Mundial

La Gran Guerra marcó el comienzo de una nueva estrategia de combate, no sólo por el uso de las trincheras, de las ametralladoras, la producción y el uso de tanques, el uso de artillería a una escala sin precedentes, sino también por el uso de armas químicas (5).

Si bien se cree que Alemania fue la primera en utilizar agentes químicos en el campo de batalla, en realidad fue Francia quien, en agosto de 1914, lanzó

granadas de gas lacrimógeno a base de bromoacetato de etilo.

Por su parte, los alemanes conscientes de los intereses de los aliados en el desarrollo de armas químicas, también hicieron lo propio, apoyándose en el fuerte desarrollo de su industria química (especialmente la industria de las tinturas) logrando una situación ideal para el desarrollo químico ofensivo.

Es así como Fritz Haber, profesor en el Instituto Kaiser Wilhelm Physical de Berlín (laureado con el Premio Nobel de Química en 1918 por la síntesis catalítica del amoníaco a partir de hidrógeno y nitrógeno atmosférico en condiciones de alta temperatura y presión), dirigió las operaciones alemanas de campo, y es a quien se le atribuye el concepto de crear nubes tóxicas utilizando cilindros comerciales de gas cloro como sistema de dispersión. También se postula que Haber habría escogido el gas cloro porque se encontraba fácilmente disponible en la industria de los colorantes y además reunía los requisitos para la aplicación militar porque podía ser letal, tenía efecto inmediato y era volátil.

El primer ataque a gran escala con gas cloro se produjo el 22 de abril de 1915 en la Segunda Batalla de Ypres, Bélgica. Allí los alemanes esperaron a que el viento soplara hacia el lado francés para evitar dañar a sus propias tropas y consiguieron una gran efectividad psicológica provocando la huida despavorida de los franceses ante la nube amarilla.

Sólo unas semanas después de reconocer el potencial que tenían las armas químicas demostrado en Ypres, británicos y franceses comenzaron con la planificación de una represalia química, que se convirtió en una triple estrategia, ya que debían desarrollar dispositivos de protección para las tropas, armas conteniendo gas tóxico y sistemas de dispersión que atravesaran las líneas enemigas. Los aliados desarrollaron una rudimentaria máscara protectora al día siguiente del uso de cloro por parte de los alemanes y en septiembre de 1915 lanzaron su propio ataque utilizando gas cloro en Loos, Bélgica (Figura 1) (6).

Estos acontecimientos iniciaron una competencia mortal para desarrollar

mejores máscaras de protección, productos químicos más potentes, y sistemas de lanzamiento de mayor alcance para dispersar los agentes químicos de guerra. Los alemanes rápidamente reemplazaron el cloro por fosgeno, dado su mayor eficacia. Luego, en mayo de 1916 comenzaron a utilizar difosgeno, que al estar en forma líquida a temperatura ambiente, favorecía la carga de las municiones (7).

Dos meses más tarde los franceses utilizaron cianuro de hidrógeno, para después también hacer uso del cloruro de cianógeno aunque con poca efectividad dada la baja persistencia de los compuestos (7).

La noche del 12 al 13 de julio de 1917, en la Tercera Batalla de Ypres, los alemanes introducen la iverita o gas mostaza a la guerra química mediante el empleo de los proyectiles "cruz amarilla" (por la identificación de los proyectiles). La iverita, un agente vesicante, producía lesiones en la piel, (irritación y ampollas con destrucción de tejidos) no solo en las vías respiratorias, por lo que la utilización de máscaras no era suficiente para la protección. Estas lesiones tardaban varias horas en aparecer tras el contacto del agente con la piel y el combatiente no era consciente de la exposición a la sustancia tóxica (Figura 2). Esto genera que se comiencen a desarrollar los primeros equipos de protección individual que combinaban la máscara y el traje de protección. Sin embargo, estos trajes no estarían disponibles hasta el final de la guerra y su efectividad era relativa. También se observó la importancia de la descontaminación de la piel y de los materiales en presencia de iverita, por lo que se comenzó a emplear soluciones de hipoclorito de sodio como descontaminante, ya que estaba disponible en grandes cantidades para la limpieza y desinfección de las letrinas (6).

Una vez finalizada la guerra, las cifras de bajas y cantidad de agentes químicos utilizados lucen escalofrantes. Por ejemplo, el uso de diferentes tipos de armas químicas, incluyendo el gas mostaza (iverita), dio lugar a 100.000 muertes y más de un millón de bajas. Estas cifras sólo se refieren a los casos agudos y no incluye las lesiones a largo plazo



Figura 1. Soldados alemanes con perros usando máscaras de protección. Reims, Francia, 1916. Spiegel On line International



Figura 2. Soldados norteamericanos ciegos a causa de las mostazas azufradas. Caply, Francia, 1918. US Army Military History Institute.

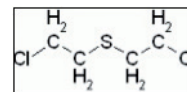


Figura 3. Gas mostaza.
1,1'-tiobis [2-cloroetano]

o los casos de cáncer producidos por el gas mostaza (8). Por otro lado, según el Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), Alemania produjo unas 62.000 toneladas de agentes químicos, Francia 34.000 toneladas, el Reino Unido 23.000, EE.UU. 5.000 y Rusia 3500 toneladas durante la Primera Guerra Mundial (9).

Período entre ambas guerras

Después de la Primera Guerra Mundial, y ante la falta de cumplimiento de

los tratados ya firmados, y el fuerte rechazo de la comunidad internacional de entonces contra el uso de las armas químicas, en la Conferencia de Ginebra de 1925 para la Supervisión del Tráfico Internacional de Armas, Francia sugirió un protocolo para la no utilización de gases venenosos.

Dicho Protocolo prohibía el uso de armas químicas y bacteriológicas (pero no su desarrollo o posesión) y desempeñó un papel crucial en el fomento del crecimiento de una norma internacional para que las armas químicas fueran consideradas un instrumento inaceptable de guerra. Dicho Protocolo se lo conoció como protocolo de Ginebra.

A pesar del rechazo internacional al uso de las armas químicas, durante la década del '30 se reportaron dos casos masivos, que fueron cuando Italia utilizó gases lacrimógenos y gas mostaza en la guerra contra Abisinia (actual Etiopía) en 1936 y 1937 y cuando Japón lanzó su ofensiva contra China, específicamente en la zona de Manchuria (8).

Paralelamente, Alemania, durante la década del '30 inició una serie de investigaciones en la búsqueda de insecticidas. Gerhard Schrader, quien trabajaba para IG Farben, descubrió en primera instancia el tabún entre una amplia variedad compuestos organofosforados desarrollados. Es por ello que dada su toxicidad para los seres humanos y ante el pedido del gobierno nazi que exigía el reporte ante el Ministerio de la Guerra de todos los inventos con posible importancia militar, Schrader en enero de 1937 envió una muestra de tabún a la sección guerra química de la Oficina de Armas del Ejército de Berlín- Spandau (10).

Estos compuestos, constituyeron un grupo de sustancias de alta toxicidad que siguieron desarrollándose durante la Segunda Guerra Mundial.

Con posterioridad al tabún, en 1938, fue descubierto el sarín (cuyo nombre está formado por las iniciales de sus descubridores: Schrader, Ambrose, Rüdiger y van der Linde), el cual era diez veces más potente que el tabún. Luego apareció el soman en 1944, y luego el etil sarín y el cilosarín (10).

Es importante a tener en cuenta que

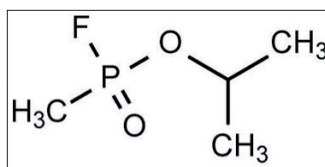


Figura 4. Sarín.

1-metiletil-metilfosfonofluoridato.
GB

estos compuestos, según la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), fueron clasificados como de la serie G (del inglés Germany), por lo que el tabún fue denominado GA, el sarín GB, el somán GD, etil sarín GE y el ciclosarín como GF.

Período comprendido entre la Segunda Guerra Mundial y la década del '70

Durante Segunda Guerra Mundial no hubo gran despliegue de armas químicas en el campo de batalla, ya que ambos bandos temían de las consecuencias por las represalias de sus enemigos.

Si bien Alemania tenía el monopolio del desarrollo de los agentes nerviosos de guerra, no los utilizaron ya que no contaban con una buena protección contra estos agentes, y en especial, con respecto a la población civil. A pesar de ello, produjo aproximadamente 78.000 toneladas de agentes de guerra química, incluyendo alrededor de 12.000 toneladas de tabún entre 1942 y 1945 y alrededor de 1.000 libras de gas sarín en 1945 (6).

Excepto por el caso del ataque aéreo alemán en diciembre de 1943 sobre Bari (Italia) en donde además de destruir el puerto bombardearon con gas mostaza y el caso de Japón sobre China donde utilizó fosgeno y gas mostaza entre otros, prácticamente no hubo liberación de armas químicas en el campo de batalla durante la Segunda Guerra Mundial.

El mayor uso de gas venenoso durante esta guerra fue el registrado en los campos de concentración nazis donde hacían uso del Zyklon B (HCN) para asesinar a los prisioneros.

Ya en la década del '50, el Reino Unido registra el descubrimiento de un nuevo agente nervioso mucho más letal que los conocidos hasta el momento co-

nocido como VX (11).

Posteriormente, durante la Guerra de Vietnam, EE.UU. usó grandes cantidades de herbicidas y gases lacrimógenos. Se sabe que, en un área de 20.000 km² dispersó 80 millones de litros de herbicidas con el fin de eliminar el follaje selvático. El más utilizado fue el Agente Naranja (una mezcla del ácido 2,4-diclorofenoxiacético- 2,4-D- y ácido 2, 4, 5- triclofenoxiacético -2,4,5-T), el cual luego se descubrió que estaba contaminado con dioxinas, generando graves problemas a largo plazo en la población que estuvo expuesta a estas sustancias (8). En cuanto a los gases lacrimógenos, los que utilizaron fueron el CS (clorobenzilideno malonitrilo) y CN (cloroacetofenona) (12).

Cabe recalcar que en la actualidad, la Convención de Armas Químicas no considera a los herbicidas como armas químicas (13) y prohíbe el uso de agentes de control de disturbios en la guerra (14).

En este momento de la historia, muchos países, incluidos las grandes potencias, presentaban un importante desarrollo ofensivo de su arsenal químico con su génesis en las primeras décadas del siglo XX.

Período comprendido entre la década del '70 hasta la actualidad

Hacia los finales de la década del '70, hubo reportes de uso de armas químicas entre Vietnam y Camboya, pero lo que llamó más la atención de la comunidad internacional fue el uso de armas químicas por parte de Irak en la guerra Irán-Irak evidenciado por las denuncias iraníes ante las Naciones Unidas.

En un principio, Irak utilizó gas mostaza contra los iraníes para luego emplear sarín. Esta guerra tuvo un punto de inflexión en el ataque contra la ciudad kurda de Halabja en marzo de 1988, donde, por una cuestión estratégica no afectó a las tropas kurdas pero sí a la población civil produciendo más de 5000 muertes a causa de los bombardeos con mostazas y gases nerviosos.

Es por ello que, dado el desarrollo químico ofensivo iraquí, durante la Operación Tormenta del Desierto en 1991

(liberación de Kuwait ante la invasión iraquí por parte de una coalición internacional de 31 países liderada por EE.UU.), existía el temor que Irak utilizara armas químicas. Esto último no ocurrió ya que es probable que Irak, entre otras razones, tuviera temor de una represalia nuclear (8).

Posteriormente a esta guerra, el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas impuso severas sanciones contra Irak, destruyendo su arsenal químico y biológico mediante las acciones de la Comisión Especial de las Naciones Unidas (UNSCOM por sus iniciales en inglés) llevadas a cabo entre los años 1991 y 1997.

Siguiendo en la década del '90, los ejemplos más sonados en cuanto al uso de armas químicas, pero esta vez a cargo actores no estatales (terroristas), se registraron en Japón, y fueron perpetrados por la secta fundamentalista Aum Shinrikyō (Verdad Suprema).

El primer incidente ocurrió en 1994 en la ciudad japonesa de Matsumoto, cuando seguidores de esta secta utilizaron gas sarín causando la muerte de 7 personas y centenares de afectados.

Posteriormente, el 20 de marzo de 1995 y aprovechando el horario de la mañana de mayor afluencia de pasajeros, la misma secta y también utilizando sarín, tomó como blanco tres líneas del metro de Tokio. Los ataques fueron realizados simultáneamente y hubo un número muy elevado de víctimas debido a que como se desconocía la causa de la intoxicación, en un principio no se utilizaron los equipos de protección personal adecuados. En total se registraron alrededor de 5000 intoxicados y 12 casos fatales (15).

Estos dos ataques llamaron la atención internacional sobre el posible uso de armas químicas por los terroristas, y sobre la amenaza a la que el mundo estaba sometido.

Después de muchos años de negociaciones y teniendo en cuenta los hechos ocurridos hasta el momento en cuanto al uso de armas químicas, el 29 de abril 1997 entró en vigor la Convención para la Prohibición del Desarrollo, Producción, Almacenamiento y Uso de Armas

Químicas y sobre su Destrucción, ratificada por 87 Estados Partes convirtiéndose en una ley internacional vinculante.

Esta Convención comprende un preámbulo, 24 artículos y 3 anexos: el de los listados de sustancias químicas, el de verificación, y el de confidencialidad. Sus artículos establecen las obligaciones generales de cada Estado Parte, definiciones y criterios que se utilizarán en la implementación de la Convención, la obligación de los Estados Partes a destruir sus armas químicas si las tuvieran y establece la obligación de los Estados Partes a garantizar que las sustancias químicas tóxicas y sus precursores solamente sean desarrollados, producidos, transferidos y utilizados con fines pacíficos. Además requiere que cada Estado Parte promulgue legislación a nivel nacional con el fin de condenar las prohibiciones de la Convención y estimular la cooperación internacional ante un presunto uso ilícito de armas químicas.

En la actualidad, la Convención para la Prohibición del Desarrollo, Producción, Almacenamiento y Uso de Armas Químicas y sobre su Destrucción cuenta con 190 Estados Partes dado la ascensión de Siria el 14 Octubre 2013 y fue justamente ese año que la Organización para la Prohibición de las Armas Químicas (organismo encargado de la aplicación internacional de la Convención sobre Armas Químicas) fue galardonada con el Premio Nobel de la Paz por su papel en el conflicto sirio.

Uso de armas químicas en la República Árabe Siria

Hacia principios del 2011, y en respuesta a la Primavera Árabe, en Siria se registraron pequeños levantamientos a consecuencia del descontento del pueblo para con sus autoridades.

Esos levantamientos fueron escalando en magnitud y en marzo de 2011, ya sucedían arrestos masivos y muertes, en especial al sur del país.

La violencia de los ataques no sólo fue escalando sino también tomado todo el territorio sirio.

Los rebeldes se organizaron bajo diferentes milicias. Una de ellas fue el Ejército Libre Sirio, para después apa-

recer otros grupos rebeldes tales como el Frente Islámico Sirio, grupos yihadistas vinculados a Al Qaeda, kurdos, entre cientos de otras milicias armadas opositoras.

En cuanto al uso de las armas químicas durante este conflicto, es sabido que Siria desde principios de la década de 1980, se ha esforzado en adquirir y mantener un arsenal químico motivado por estrategias de seguridad regionales.

Es así como debido al presunto uso de armas químicas en marzo de 2013 en la localidad de Khan al-Assal en la provincia de Aleppo, el régimen de Al Assad requirió al Secretario General de las Naciones Unidas el inicio de una investigación para comprobar dicho uso. Sin embargo, a pesar que la misión estaba lista para partir, el gobierno sirio negó la entrada a su territorio del equipo integrado por expertos de la Organización para la Prohibición de las Armas Químicas (OPAQ) y de la Organización Mundial de la Salud ya que el equipo conjunto pretendía incluir en las investigaciones las denuncias registradas en Homs, Damasco y Aleppo (16).

Finalmente, el 18 de agosto, el equipo entra en Siria y el 21 del mismo mes se registraron ataques con armas químicas en las afueras de Damasco causando cientos de víctimas, por lo que este grupo debió enfocar su investigación sobre la citada zona.

Los miembros del equipo de investigación visitaron hospitales, entrevistaron a médicos y posibles víctimas del supuesto ataque con armas químicas. La evidencia recogida fue sometida a análisis de laboratorio y a una evaluación técnica de acuerdo a los procedimientos y normas establecidos y reconocidos por la OPAQ (Figura 3).

Teniendo en cuenta los hechos ocurridos hasta el momento y ante una creciente preocupación internacional por una inminente invasión norteamericana, gracias a las negociaciones entre EE.UU y Rusia, se logró que Siria pusiera bajo control internacional su armamento químico y se uniera a la Convención de Armas Químicas.

Posteriormente, en base a la evidencia obtenida durante la investigación del

incidente de Ghouta del 21 de agosto de 2013, la Misión de las Naciones Unidas declaró en su informe que efectivamente se habían utilizado armas químicas a una relativa gran escala en la citada zona. En particular, las muestras químicas y médicas recolectadas por la Misión proveyeron evidencia clara y convincente que misiles tierra-tierra conteniendo gas nervioso sarín habían sido utilizados en la zona de Ghouta y Damasco (17).

Es por ello que ante las denuncias y los hallazgos tan contundentes, el 27 de septiembre de 2013, el Consejo Ejecutivo de la OPAQ acordó un programa acelerado para lograr la eliminación completa de las armas químicas de Siria con una fecha límite del 30 de junio de 2014. Dicha decisión requirió inspecciones en el territorio sirio que comenzaron el 1 de octubre de 2013 e incluyó la destrucción de ojivas de misiles, bombas aéreas y equipos de mezcla y llenado.

Hacia el 15 de noviembre de 2013, el Consejo Ejecutivo de la OPAQ aprobó un plan detallado de la destrucción del arsenal de armas químicas sirio. Según el plan, las armas químicas debían ser transportadas fuera del territorio para garantizar su destrucción en la “manera



Figura 5.
Investigación conjunta OPAQ-OMS.
Associated Press. BBC News



Figura 6.
US Cape Ray.
Defense Media Network

más segura y más rápida posible”.

Con respecto al procedimiento para la destrucción del stock químico declarado por Siria, éste se realiza fuera del territorio sirio a través del transporte terrestre del arsenal químico (custodiado por Rusia), hasta el puerto sirio de Lattakia. Allí los precursores fueron destinados a empresas privadas asignadas por la OPAQ para su destrucción y los agentes químicos de mayor prioridad fueron cargados en buques tanques daneses bajo estricta custodia internacional hasta el puerto italiano de Gioia Tauro donde la carga fue trasvasada al buque norteamericano US MVCape Ray (Figura 4). Dentro de este buque, pero en aguas internacionales, todavía se está realizando la neutralización de los agentes químicos de guerra a través de un proceso de hidrólisis.

El proceso utiliza agua a 90° C, soda cáustica e hidrócloruro de sodio como reactivos (18) generando efluentes que son tratados por países como Finlandia, Reino Unido y EE.UU.

Según el último reporte de la OPAQ del 24 de julio de 2014, las 1300 toneladas métricas de químicos removidos de Siria, en la actualidad se encuentran en proceso de destrucción en instalaciones comerciales pertenecientes a los países citados precedentemente, previa neutralización en el US MVCape Ray.

Sin embargo, a pesar del éxito del desarme químico sirio, los conflictos armados continuaron. Tampoco cesó el uso de armas químicas, ya que hacia fines de abril se registraron varios ataques con cloro en la zona de Kafr Zita generando numerosas víctimas.

Sólo queda esperar que los esfuerzos internacionales puedan terminar con esta lucha de final incierto para que no vuelvan a repetirse hechos como los ocurridos el último abril cuando se cumplieron 99 años de la batalla de Ypres, donde el cloro fue utilizado por primera vez en una contienda armada.

Referencias

1 Earliest Chemical Warfare - Dura-Europos, Syria. Samir S. Patel. Archeology Archive. Volumen 63 Número 1, Enero/Febrero 2010.

2 Capítulo 1: A History of Greek Fire and Gunpowder, Johns Hopkins University Press, 1999, ISBN 0-8018-5954-9

3 Smart JK. History of Chemical and Biological Warfare Fact Sheets. Aberdeen Proving Ground, Md: US Army Chemical and Biological Defense Command; 1996.

4 Organización para la Prohibición de Armas Químicas. En: <https://www.opcw.org/news-publications/publications/history-of-the-chemical-weapons-convention/>

5 Canada and Chemical Warfare 1939-1945. Department of History. University of Saskatchewan. Canadá 2009

6 Capítulo 2: History of Chemical Warfare. Medical Aspects of Chemical Warfare. US Army Medical Department. 2008

7 Primera Guerra Mundial. Armas Químicas: La ciencia en manos del mal. René Pita. Plaza y Valdés Editores. 2008

8 History. Chemical Weapons. Threat, effects and protection. Försvarstets forskningsanstalt (FOA). 1992

9 Effects of Chemical Warfare: A selective review and bibliography of British state papers by Andy Thomas. Chemical & Biological Warfare Studies No. 1. Stockholm International Peace Research Institute. 1985

10 Capítulo 5: Nerve Agents. Medical Aspects of Chemical Warfare. US Army Medical Department. 2008

11 Toxic Chemical Agent Safety Standards. Department of the Army. 2012

12 Introducción. Chemical Warfare during the Vietnam War: Riot Control Agents in Combat. D. Hank Ellison. 2011

13 Capítulo 2, Convención para la Prohibición del Desarrollo, Producción, Almacenamiento y Uso de Armas Químicas y sobre su Destrucción. Versión editada en 2005.

14 Capítulo 1, Convención para la Prohibición del Desarrollo, Producción, Almacenamiento y Uso de Armas Químicas y sobre su Destrucción. Versión editada en 2005.

15 Organización para la Prohibición de Armas Químicas. En: <http://www.opcw.org/news/article/the-sarin-gas-attack-in-japan-and-the-related-forensic-investigation/>

16 Nuclear Threat Initiative. En: <http://www.nti.org/country-profiles/syria/chemical/>

17 Report on the investigation of alleged use of chemical weapons in the Ghouta area of Damascus. En: https://s3.amazonaws.com/unoda-web/wp-content/uploads/2013/09/FS_SG_CW_Bilingue.pdf

18 - <http://syria360.wordpress.com/2014/01/10/germany-to-destroy-370-tonnes-of-waste-from-syrian-chemical-weapons/>

19- <http://www.opcw.org/special-sections/syria/destruction-statistics/>

La Química en épocas de cómputos intensivos y de datos masivos: ¿como prepararse para ese futuro?

Dra. Nora Sabelli, SRI International

Conferencia dictada en el XXIX Congreso Argentino de Química “Centenario de la Asociación Química Argentina” (3-5 de octubre de 2012, Mar del Plata, Argentina)

Mucho se ha dicho acerca de las transformaciones que están teniendo lugar en la ciencia, basadas en la facilidad de acceso a bases masivas de datos y a cómputos intensivos. Mucho se ha dicho también acerca de los impactos que esta transformación tendrá en la sociedad en general, impactos que no se limitan a las labores de los profesionales sino que afectan a la ciudadanía en general. Esta presentación preguntó si sabemos lo suficiente acerca de lo que quienes participamos en educación podríamos estar haciendo para responder a las nuevas necesidades educativas, y adelantó algunas de las preguntas que podrían inspirar la acción futura.

En primer lugar, hay que considerar si en realidad los nuevos avances en ciencia y tecnología son suficientes como para generar la necesidad de cambio. Demostrarlo fue el objetivo central de la presentación, basada en un aspecto de la química moderna. Consideraciones y ejemplos similares existen en otras áreas de las ciencias.

En 2005, Microsoft Research organizó una reunión para discutir la ciencia del año 2020¹ en la cual diferenció los avances de las últimas décadas de los avances presentes y futuros:

Una revolución científica está comenzando. Tiene el potencial de crear una era de innovación científica que podría eclipsar por completo el último medio siglo de innovación tecnológica, y dar lugar a una nueva ola de crecimiento global social, tecnológico y económico.

Como ejemplo del impacto de esta transformación en educación se puede mencionar el efecto que la innovación tecnológica —en este caso, simulación y modelamiento computacionales— está teniendo en la relación entre ciencia y matemáticas.²

Las matemáticas aplicadas están jugando el mismo papel que las matemáticas han jugado desde el siglo XVII hasta el siglo XX, creando un marco ordenado, formal y exploratorio para otras ciencias.

Es decir, matemáticas numéricas —discretas, de diferencias, matemáticas de computadoras— son tan o más importantes que las matemáticas continuas del cálculo teórico. No es solamente necesario un cambio pedagógico, sino uno curricular, que deben ser estudiados y definidos.

Un editorial de la revista *Science, Inspirational Chemistry*,³ en celebración del Año de la Química, hace referencia a la importancia fundamental y epistemológica, de estos cambios:

Tradicionalmente (la mayor parte del siglo XX, al menos), la cara paradigmática de la ciencia en la opinión pública fue la física, más recientemente,

la biología parece compartir (o reemplazar) ese papel.

Física, química y biología tienen diferencias históricas y filosóficas. La física paradigmática tradicional ha tendido a reducir un fenómeno a sus partes y estudiarlas por separado. La biología paradigmática moderna enfatiza la interacción entre distintos componentes de un sistema biológico. La ciencia moderna, en general está plenamente inmersa en un período metodológico donde se destaca el paradigma de interacción entre partes, que es capaz de representar y estudiar mejor la interconectividad y complejidad del mundo real. Por ejemplo, las diferencias prácticas que surgen de esta capacidad incluyen la importancia de los procesos de retroalimentación (o feedback), la dinámica de procesos, y la importancia del entorno, características de fenómenos en el mundo real. En química, vemos esta complejidad reflejada en las diferencias metodológicas entre química biológica, por un lado, y química de materiales por el otro.

Las disciplinas científicas que conocemos ahora como parte de la ciencia aparecieron en el siglo XIX, en base al invento de instrumentos de observación y de las técnicas de cálculo matemático. No es sorprendente que nuevos avances tecnológicos las puedan reinventar. Uno de estos avances es, por supuesto, la informática.

Otro avance, muy relacionado con las ciencias naturales, es la microscopía.

pía en escala nano y molecular. Hay dos razones principales por las cuales este avance es mucho más que rutinario. Por primera vez existen datos experimentales a esta escala de la materia, y la existencia de nuevos datos suele traer aparejados avances teóricos, no solamente prácticos. Mas aún, los equipos necesarios para obtener estos datos ya pueden estar al acceso de estudiantes,⁴ y cabe esperar que la misma tecnología permita una miniaturización mayor aún y a menor costo. La segunda razón es que en la escala nano convergen estudios de biología, física, química y matemática numérica (ver Fig. 1).

Esta última consideración hace repensar si sigue siendo realmente efectivo organizar la educación futura en ciencias separada en las disciplinas existentes; pregunta que trae consigo una discusión sobre el objetivo social de la educación en ciencias, tanto la pre-universitaria como la pre-doctoral.

Si pensamos en la serie de modelos matemáticos que representan los estados de la materia mencionados en la figura, desde átomos y moléculas hasta el continuo de los sólidos (Fig. 2), resulta claro que los puntos de transición entre modelos disciplinarios utilizados tienen una importancia conceptual que no es suficientemente clara cuando cada caso se considera por separado, y que es importante para la comprensión del quien no se especializa en un dado nivel.

Un ejemplo clásico muestra la relación entre cómputos intensivos, datos masivos y su importancia para estudiar y representar problemas reales. En el estudio de la formación de un tornado, reducir significativamente el tiempo de avance de la simulación —es decir, aumentar significativamente el costo computacional y la recolección de datos— condujo a una explicación detallada de la dinámica de su formación. No solo fue necesario el acceso a computadoras de mucho mayor poder, sino que los datos generados fueron tan masivos que llevaron a grandes avances en la técnica de visualización científica (ver Fig. 3). Un ejemplo distinto aparece en la Figura 4, que presenta una visualización creada por IBM de las modificaciones a Wikiped-

ia, una base de datos de muchos terabytes de tamaño.

La tendencia a trabajar con bases masivas de datos se debe a la información adicional accesible a partir del análisis de un solo gran conjunto de datos que tienen relación entre sí, en comparación con conjuntos aislados más pequeños que contienen la misma cantidad total de datos. Esto permite que las correlaciones que se encuentran identifiquen mejor a fenómenos masivos tales como tendencias, determinar calidad, contagio y prevención de enfermedades, determinar en tiempo real las condiciones del tráfico de carretera, o controlar un proceso industrial en marcha.

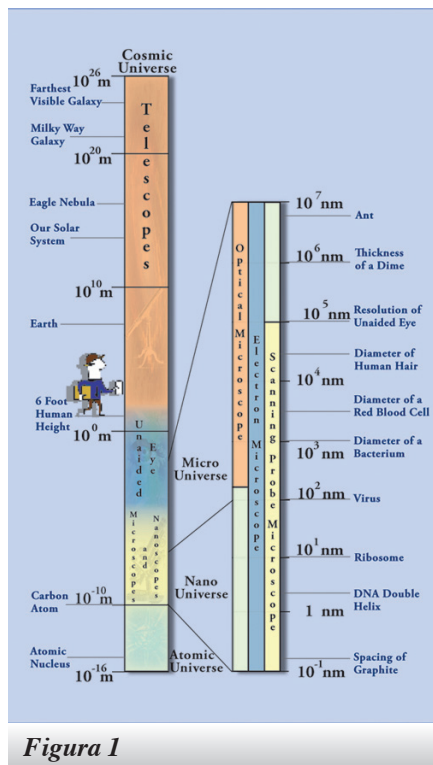


Figura 1

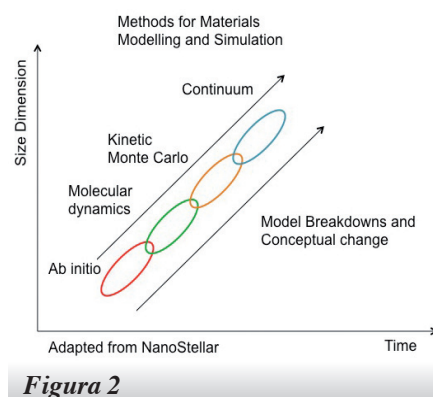


Figura 2

¿Cómo está reaccionando la química (o mejor dicho los químicos) frente a este conjunto de nuevas posibilidades? Una serie de búsquedas rápidas en Google produjo una serie de estudios y artículos que indican hacia dónde se dirige ciencia en el siglo XXI. Los temas que surgieron de estas búsquedas limitadas son:

- molecular nanotechnology (based on the ability to build structures to complex, atomic specifications by means of mechanosynthesis)⁵
- “new nanodevice can weigh single molecule”⁶
- “design of a directed molecular network”⁷
- “scientists convert a 53,000 word book into DNA”⁸
- “Systems chemistry: Molecular Networks come of Age”⁹
- “Google software engine goes chemistry”¹⁰
- “The automatic chemist (Chematica)”¹¹

Desde el punto de vista de educación en química, la importancia de estas nuevas maneras de “hacer química” reflejan el mundo científico en el que se van a manejar nuestros estudiantes cuando terminen sus estudios. Para ayudarlos en esta transición hay que integrar la experimentación matemática al repensar el objetivo educacional del laboratorio experimental. Recomendaciones de Richard Duschl señalan que:¹²

El lenguaje de la ciencia en las escuelas y en los medios de comunicación no ha seguido el ritmo del lenguaje de la práctica científica, una práctica que es cada vez menos acerca de los experimentos y cada vez más sobre los datos y su modelado.

En resumen, se podría argumentar que las explicaciones causales basadas en el control de variables experimentales han dado lugar a las explicaciones estadísticas / probabilísticas basadas en experimentos computacionales.

Esta integración debería ir mas allá de una simple técnica a utilizar, e introducir los conceptos de matemática numérica (aplicada) e informática (en particular, errores y aproximaciones) necesarios para el uso inteligente de las

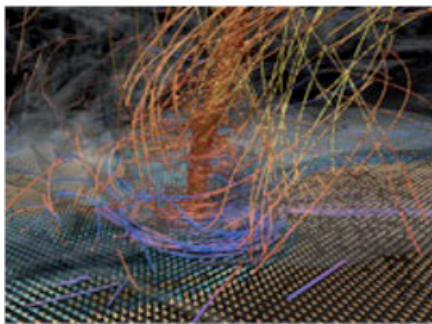


Figura 3



Figura 4

técnicas computacionales.¹³

En segundo lugar, hay que enfatizar lo que las ciencias tienen en común¹⁴ —incluir “educación en ciencia como método”- y la importancia de “argumentar en base a datos” como parte de “educación en química y en ciencias en general.”

Es interesante considerar qué visión va surgiendo sobre la posible organización del conocimiento científico en base a los nuevos desarrollos. Hay dos visiones relevantes en este contexto. La primera está orientada hacia las ciencias naturales (Fig. 5), donde todos los nombres compuestos implican biología, química, física, matemáticas, ingeniería, informática y demás, incluyendo ciencias de la cognición como rama de neurociencia.

La segunda (Fig. 6) considera que redes (networks,¹⁵ es decir, la relación entre entes) representan la característica determinante en la dinámica de procesos complejos. Esta representación es más general y permite sinergias metodológicas importantes. El concepto de redes, y su estudio en particular, tiene en una relación cercana con aspectos de

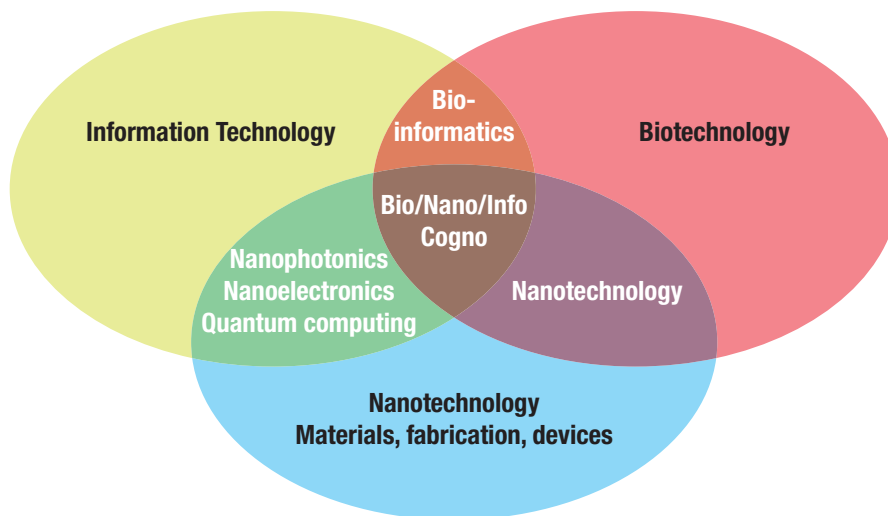


Figura 5

química orgánica, específicamente las aplicaciones de la teoría de grafos de hace unas décadas.¹⁶ Grafos son estructuras matemáticas que pueden modelar relaciones entre pares de entes pertenecientes a un mismo conjunto, y como tal, útiles en muchas áreas de química orgánica (hidrocarburos, por ejemplo) e inorgánica para obtener propiedades estadísticas relacionadas con la topología atómica.¹⁷

La presentación fue un llamado a considerar lo que tiene que cambiar, no a decir cómo hacerlo. Dos referencias útiles para comenzar el proceso de “enseñar ciencia” integrando disciplinas diferentes y conceptos centrales son: SAM (Science of Atoms and Molecules¹⁸ y el AAAS Atlas of Scientific Literacy.¹⁹

Para mayor información, hay que consultar la literatura de investigaciones sobre el uso de métodos computacionales en enseñanza, así como las referencias sobre los avances científicos mismos. La mayor parte de la literatura que describe el uso educacional de estos métodos es específica a cada ciencia, y mas aún, a temas específicos en cada una. Referencias generales existen pocas, pero pueden servir de entrada.^{20 21 22 23 24 25}

Consideraciones Finales

En resumen, tanto la ciencia por si, como sus aplicaciones industriales requieren conocimientos avanzados, sino también avances en las capacidades de

Ciencias naturales vistas como redes de interacción*

Red de:

- equipos, bytes | computación
 - de células | biología
 - de genes | biología
 - de átomos | química, física
 - de individuos | sociología, ciencias sociales en general
 - de sensores | control de procesos
- *Ver por ejemplo referencias 7, 9, 11 y 15

Figura 6

trabajo en equipos humanos—interdisciplinarios—con la capacidad de manejar la complejidad en los métodos de enfocar problemas generadas por el uso de equipamiento y software informático. Estos requerimientos conllevan a un replanteo de la visión reduccionista que necesariamente permitió el desarrollo científico en los siglos XIX y XX. Nuestros investigadores establecidos, por la mayor parte, se formaron en la visión reduccionista, que muchos han abandonado en sus investigaciones de frontera, pero que la siguen utilizando en educación. Es importante que estos científicos integren las nuevas visiones de la ciencia con los cambios curriculares en educación, ya que su experiencia y conocimiento interdisciplinario son fundamentales para avizorar cambios en la educación que plantean los pedagogos. El futuro de la ciudadanía y su trabajo será el beneficiario directo de esta integración.

Referencias

- 1- *Towards Science 2020: Report and Roadmap*;
<http://research.microsoft.com/en-us/um/cambridge/projects/towards2020science/>
- 2- George Djorgovski, Professor of Astronomy, Co-Director, Center for Advanced Computing Research, California Institute of Technology. Citado por Ian Foster, <http://www.slideshare.net/ianfoster/foster-computational-thinking>
- 3- *Inspirational Chemistry*. Harry Gray & Jay Labinger. *Science* 18 March 2011: 1365.
- 4- Ver, por ejemplo. <http://www.nanoscience.com/education/> , <http://www.nanoprofessor.net/ToolsIntro.html> y <http://nanohub.org/about/education>
- 5- <http://en.wikipedia.org/wiki/Mechanosynthesis>
- 6- <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=nems-resonator-nanoparticle-mass>
- 7- <http://www.pnas.org/content/101/30/10872.abstract>
- 8- <http://www.sciencemag.org/content/337/6102/1628.abstract>
- 9- <http://www.nature.com/nature/journal/v462/n7274/full/462736a.html>
- 10- http://www.scilogs.com/from_the_lab_bench/google-search-engine-software-goes-chemistry/
- 11- <http://en.wikipedia.org/wiki/Chematica>
- 12- *The HS Lab Experience: Reconsidering the Role of Evidence, Explanation and the Language of Science*. Richard A. Duschl, Graduate School of Education. 2005 Commissioned paper by the National Research Council for the Committee on the Role of the Laboratory in High School Science
- 13- Ver por ejemplo, SECANT: Science Education in Computational Thinking. An NSF project in undergraduate education. <http://secant.cs.purdue.edu/>
- 14- Bardeen, M.G., L.M. Lederman (1998) *Coherence in Science Education*. *Science*. 281: 178 179.
- 15- Ver como introducción al tema: *Network Science*, http://en.wikipedia.org/wiki/Network_science
- 16- Por ejemplo, *Applications of graph theory in chemistry*. Alexandru T. Balaban *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 1985, 25 (3), pp 334–343, y otros trabajos mencionados en la ref. 16
- 17- Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Graph_theory#Applications: For example, Franzblau's shortest-path (SP) rings. In chemistry a graph makes a natural model for a molecule, where vertices represent atoms and edges bonds. This approach is especially used in computer processing of molecular structures, ranging from chemical editors to database searching. In statistical physics, graphs can represent local connections between interacting parts of a system, as well as the dynamics of a physical process on such systems.
- 18- <http://concord.org/projects/sam>
- 19- <http://www.project2061.org/publications/atlas/default.htm>.
- 20- SECANT: Science Education in Computational Thinking, <http://secant.cs.purdue.edu/>
- 21- A National Resource for Computational Science Education, <http://www.shodor.org/>
- 22- *SIAM Rev.*, 45(4), 787–805. (2006) *Elements of Computational Science and Engineering Education*. Osman Yasar, and Rubin H. Landau
- 23- National Science Teacher's Association, <http://learningcenter.nsta.org/>
- 24- NSF National STEM Education Distributed Learning (NSDL), <http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=490004>
- 25- A Problem Solving Tool for Every Classroom, <http://education.sdsc.edu/resources/CompThinking.pdf>



El día 9 de setiembre de 2014 falleció el Dr. Marcelo Alberto Dankert, destacado miembro y socio vitalicio de la Asociación Química Argentina. Fue investigador principal del CONICET y director de la Fundación Campomar. Desarrolló sus actividades científicas en el Instituto de Investigaciones Bioquímicas de Buenos Aires (IIBBA, CONICET-FIL) y como profesor de la Universidad de Buenos Aires. Fue Vicepresidente y Académico Titular por el área de Medicina, Veterinaria y Ciencias Afines en la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires y Profesor Honoris Causa de la Universidad Católica Argentina (UCA). Fue conferencista del año durante la celebración del 98 aniversario de la AQA. El Dr. Dankert estaba casado con Bárbara O' Farrell y tuvo 9 hijos.

Complejos polinucleares de metales de transición con 4,4'-azobis(piridina) como ligando puente

Gastón Pourrieux - INQUINOA, Universidad Nacional de Tucumán

Tesis galardonada con el “Premio Dr. Herrero Ducloux 2011” área Físicoquímica

Resumen

Hacia fines de la década del '50, el Premio Nobel en Física Richard Feynman expresó a la comunidad científica del momento su frase célebre...“Abajo hay espacio de sobra”..., con la cual intentaba explicar a sus pares la idea de construir máquinas sencillas a escala molecular, no mediante la mera reducción de tamaño, sino más bien yendo al fondo del problema, comenzando desde abajo hasta llegar a la construcción de nuevos dispositivos mediante el ordenamiento, a voluntad, de los átomos que lo formarían. Con esta idea, nacen los conceptos de Nanociencia y Nanotecnología.

Se define un “dispositivo molecular” como un “arreglo de átomos que realiza una acción determinada como respuesta a un estímulo externo”. Cada componente de este ensamblaje atómico tiene una función simple y puede formar parte a su vez de una estructura supramolecular mayor y de función aún más compleja.

Al igual que ocurre en el mundo macroscópico, estas máquinas moleculares necesitan una señal de entrada para su funcionamiento. Esta señal puede ser suplida mediante: i) un reactivo químico, ii) un fotón absorbido, o iii) la adición o sustracción de un electrón o de un pro-

tón. Por otro lado, es necesario que estos sistemas devuelvan una señal de salida adecuada que pueda ser interpretada como respuesta y permita evaluar el trabajo realizado.

Existen en la actualidad varios ejemplos de “máquinas moleculares” diseñadas para realizar diferentes tareas, desde simples desplazamiento de átomos, hasta transporte y almacenamiento de información. La constante búsqueda de nuevos ensamblajes atómicos ha permitido el diseño de dispositivos tales como los “alambres moleculares”, “interruptores moleculares”, “sensores moleculares”, los cuales constituyen las bases de una aún más reciente disciplina emergida desde la Nanotecnología como lo es la “Electrónica Molecular”.

En particular, para los complejos de renio y rutenio en bajos estados de oxidación, sus propiedades fisicoquímicas dependen fuertemente del entorno de coordinación; una adecuada selección de los ligandos unidos al átomo central permite controlar los procesos de transferencia electrónica y de transferencia de energía que tienen relevancia en la construcción de alambres moleculares, interruptores moleculares o puertas lógicas a escala molecular.

El ligando 4,4'-azobis(piridina), ó 4,4'-azpy, puede actuar como puente entre dos o más centros metálicos y contiene nitrógenos piridínicos y nitrógenos del grupo azo (-N=N-) conjugados con

anillos aromáticos, lo que origina una considerable deslocalización de carga. Esas características estructurales de 4,4'-azpy son particularmente útiles para permitir una eficiente transmisión de efectos electrónicos entre centros metálicos.

Con el objetivo de caracterizar y analizar las propiedades fisicoquímicas de nuevos complejos mono- y dinucleares conteniendo 4,4'-azpy, se sintetizaron las especies mononucleares [Ru(trpy)(bpy)(4,4'-azpy)](PF₆)₂·2H₂O, [Ru(tpm)(bpy)(4,4'-azpy)](PF₆)₂·3H₂O y [Re(bpy)(CO)₃(4,4'-azpy)](CF₃SO₃); la especie dinuclear simétrica [(trpy)(bpy)Ru(4,4'-azpy)Ru(bpy)(trpy)](PF₆)₄·2H₂O; las especies dinucleares asimétricas [(trpy)(bpy)Ru(4,4'-azpy)Ru(NH₃)₅](PF₆)₄·10H₂O y [(bpy)(CO)₃Re(4,4'-azpy)Ru(NH₃)₅](PF₆)₃·CH₃CN·6H₂O, y finalmente las especies dinucleares de valencia mixta [(trpy)(bpy)RuII(4,4'-azpy)RuIII(NH₃)₅]⁵⁺ y [(bpy)(CO)₃ReI(4,4'-azpy)RuIII(NH₃)₅]⁴⁺, con bpy = 2,2'-bipiridina, trpy = 2,2':6',2"-terpiridina y tpm = tris(1-pirazoli)metano.

Los complejos obtenidos se caracterizaron mediante análisis químicos, resonancia magnética nuclear, difracción de Rayos-X, espectroscopía FTIR, espectroscopía UV-visible, voltamperometría cíclica, espectroelectroquímica, y espectrofluorimetría a temperatura ambiente y a bajas temperaturas (77 K).

La transferencia intramolecular de electrones en los complejos dinucleares asimétricos de valencia mixta fue analizada mediante el formalismo de Marcus-Hush.

Se estudió el efecto de diferentes estímulos externos sobre las propiedades ópticas de los complejos sintetizados, observándose cambios reversibles en los espectros de absorción UV-Visible y de emisión inducidos por protones, electrones o fotones.

Los cambios en las propiedades ópticas causados por variaciones de pH permitieron calcular los valores de pKa de los estados fundamentales, mientras que la irradiación a longitudes de onda adecuadas permitió comprobar que la fotoisomerización del ligando 4,4'-azpy

coordinado de la forma trans- a la forma cis- ocasiona un aumento de emisión en los complejos de renio(I). Los cálculos computacionales utilizando la Teoría de Funcionales de la Densidad (DFT) verificaron que la isomerización de 4,4'-azpy provoca una inversión de estados: mientras que en la configuración trans-, el orbital desocupado de menor energía (LUMO) está centrado en la 4,4'-azpy, para la configuración cis-, el LUMO está centrado en la bpy, recuperándose en el último caso la emisión característica del cromóforo $[Re(bpy)(CO)_3]^+$. Por último, la electrólisis a potencial controlado permitió también modular las propiedades fotofísicas de algunos de los complejos cuando se reduce de manera selectiva al ligando 4,4'-azpy.

A partir de estos experimentos de fotoisomerización y electrolisis a potencial controlado realizados para los complejos $[Re(bpy)(CO)_3(4,4'-azpy)]^+$ y $[(CO)_3(bpy)Re(\mu-4,4'-azpy)Re(bpy)(CO)_3]^{2+}$, es posible construir una "Tabla de Verdad", utilizada en la resolución de operaciones en las cuales se emplea la lógica binaria asignando "0" o "1" a los valores de entrada (inputs) o salida (outputs) según las propiedades del sistema en estudio y obtener una puerta lógica a escala molecular.

Este trabajo de tesis fue realizado bajo la dirección del Dr. Néstor Katz y la codirección de la Dra. Florencia Fagalde.

Crecimiento y Caracterización de Materiales Semiconductores II-VI

Ing. María Cristina Di Stefano - Centro de Investigaciones en Sólidos (CINSO) - CITEFA-CONICET

Tesis galardonada con el "Premio Arata Dr.2011" en el área Química Industrial

Resumen

En este trabajo se estudia el crecimiento y la caracterización de materiales semiconductores, obtenidos a partir de la combinación de elementos de los grupos II B y VI A (grupos 12 y 16), en dos estados de agregación: como material monocristalino y como material nanométrico.

Entre las posibles combinaciones que pueden obtenerse, el objetivo ha sido estudiar los compuestos binarios ZnSe, ZnTe, ZnS, CdS y el ternario Hg_{1-x}Cd_xTe (MCT), en distintas modalidades de crecimiento, según el material. El ZnSe se obtuvo en los dos estados de agregación mencionados: monocristalino y nanocristalino, el ZnTe como lingote monocristalino, el ZnS y el CdS

se obtuvieron como material nanocristalino y el MCT como película epitaxial monocristalina. El ZnSe es un material de gran importancia en el desarrollo de dispositivos de emisión fotónica, diodos láser (LDs) y emisores de luz de alta intensidad (LEDs). Se emplea a temperatura ambiente en las longitudes de onda del azul (430 nm) por tener un ancho de banda prohibida de 2,71 eV a 300 K. El ZnTe es un semiconductor utilizado en la producción de diodos láser. Sus propiedades cristalinas hacen de él un material óptimo como sustrato para el crecimiento epitaxial de estructuras de emisión laser. Dado a su ancho de banda prohibida (2,26 eV a temperatura ambiente) es un material muy eficiente para la fabricación de instrumentos ópticos. Entre las aleaciones semiconductoras que se utilizan en detectores de infrarrojo para la segunda ventana de transmisión

atmosférica, el Hg_{1-x}Cd_xTe (MCT) se caracteriza por su elevado coeficiente de absorción óptica, alta movilidad electrónica, pequeña velocidad de generación térmica de portadores y la posibilidad de ajuste del "bandgap" por modificación de la composición x. La concentración empleada en este crecimiento es x cca 0,2. El ZnS es un compuesto semiconductor de tipo n, ampliamente utilizado en dispositivos optoelectrónicos. Por sus propiedades fluorescentes y resistencia eléctrica es un material que puede ser empleado en celdas solares, ventanas de IR, lasers y sensores. Posee un radio de Bôhr muy bajo (2,5 nm). Esta propiedad le confiere interesantes aplicaciones como nanopartícula biomateriales y microscopía laser de dispersión. El CdS es un material fotorresistor, su resistencia disminuye con el aumento de la intensidad de la luz incidente. Se emplea

en la fabricación de diversos artículos de uso cotidiano: medidores de luz, relojes, alarmas de seguridad o sistemas de encendido y apagado del alumbrado de calles. Todos estos materiales presentan una estructura de empaquetamiento compacto (cúbico compacto o hexago-

nal compacto, según el estado cristalino de cada material), caracterizado por la formación de orbitales híbridos sp^3 , en los que predomina el carácter covalente. En el estudio de los distintos métodos de crecimiento se ha tratado de establecer las condiciones óptimas de operación,

en orden a obtener un material apto, y la posibilidad de fabricación masiva, a escala industrial.

Este trabajo fue realizado bajo la dirección de la Dra. Alicia Trigubó y la codirección de la Dra. Claudia Torres.

Interacción de Pesticidas con los Componentes Orgánicos e Inorgánicos del Suelo

Maximiliano E. Brigante - INQUISUR-Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur

Tesis galardonada con el “Premio Dr.Arata 2011” en el área Toxicología

Resumen

En el marco de esta tesis se pretendió, a través de una serie de estudios y análisis tanto en situaciones de equilibrio como en condiciones dinámicas, adquirir nueva información sobre la interacción de diferentes pesticidas con los componentes orgánicos e inorgánicos del suelo. Estos estudios tuvieron como fin aportar datos concretos que permitan plantear una solución al problema de la contaminación ambiental por el uso desmedido de agroquímicos, y porque no, trasladarlo hacia otros contaminantes.

Es claro que los componentes del suelo como las partículas minerales y materia orgánica afectan el comportamiento y movilidad de los pesticidas en el ambiente. Sin embargo, los estudios llevados a cabo en este trabajo muestran que el efecto contrario también ocurre, y que los pesticidas pueden afectar la movilidad de los materiales del suelo, tal como es el caso de los ácidos húmicos en estado sólido. A partir de estudios cinéticos se pudo determinar que la velocidad de disolución de partículas de ácido húmico, además de ser fuertemente depen-

diente del pH, es dependiente del tipo y carga eléctrica del herbicida que entra en contacto con ellas. Por un lado, los herbicidas aniónicos tales como el 2,4-D o el glifosato producen un marcado aumento en la velocidad de disolución, ya que al adsorberse sobre la superficie de las partículas son capaces de debilitar las fuerzas atractivas que mantienen unidas a las moléculas de ácido húmico en la fase sólida y/o complejarse con las impurezas metálicas presentes. Por otro lado, el herbicida catiónico paraquat produce una disminución en la velocidad de disolución de las partículas húmicas a pH neutros y alcalinos. Esto es debido a que este herbicida catiónico es capaz de adsorberse rápidamente en la superficie de las partículas disminuyendo la repulsión electrostática entre las moléculas de ácido húmico o de actuar como puente entre grupos funcionales de dos moléculas adyacentes aumentando las fuerzas atractivas entre ellas. A pH menores a 7, en cambio, el paraquat favorece la disolución de estas partículas, posiblemente debido a una interacción hidrofóbica con las moléculas superficiales del húmico, tal como sucede en el caso de los ácidos carboxílicos.

Es importante remarcar la gran im-

portancia que poseen los cationes metálicos en la cinética de disolución de las sustancias húmicas. Al parecer, son las impurezas metálicas (principalmente cationes como $Ca(II)$, $Fe(III)$, y $Al(III)$) las que mantienen estables los agregados y partículas de sustancias húmicas. Cualquier pesticida aniónico con grupos de capacidad complejante en su molécula es en principio capaz de remover esos cationes y promover una rápida disolución de las partículas de esas sustancias. Cualquier pesticida catiónico, por el contrario, sería capaz de mimetizar el efecto de los cationes inorgánicos, aumentando la estabilidad de los agregados y partículas de sustancias húmicas, disminuyendo su velocidad de disolución.

Los resultados muestran que todos los pesticidas involucrados interactúan con las moléculas de los ácidos húmicos, y esta interacción afecta su movilidad por los cursos de agua superficiales y acuíferos. Queda, sin embargo, un aspecto importante que todavía necesita ser investigado. La agregación o precipitación de estos materiales húmicos podría atrapar pesticidas u otros contaminantes dentro de los agregados o dentro de la estructura sólida protegiéndolos, por ejemplo, de la degradación. En cier-

tas condiciones (altos pH, bajas fuerzas iónicas), los agregados podrían abrir su estructura, o las partículas sólidas de sustancias húmicas podrían disolverse liberando al contaminante. Estos procesos pueden tener también un gran impacto ambiental, aunque su estudio no ha sido documentado hasta el presente en la literatura científica. Los resultados obtenidos en esta tesis serán, por lo tanto, de gran ayuda para comenzar a estudiarlos en los próximos años.

La adsorción es uno de los procesos de desactivación de pesticidas más importantes, y depende fuertemente de las propiedades del pesticida y de la naturaleza del adsorbente. Tal como fue descrito en este trabajo, no se detectó una adsorción apreciable del paraquat en goethita, debido casi seguramente a la repulsión electrostática que existe entre el herbicida catiónico y la superficie del óxido, la cual está cargada positivamente en condiciones naturales. Sin embargo, la presencia de ácidos húmicos previamente adsorbidos sobre la superficie

de la goethita indujo la adsorción del paraquat, debido principalmente a la interacción directa entre el herbicida y los grupos funcionales cargados negativamente del ácido húmico. La implementación de la técnica de electroforesis capilar fue relevante en ese sentido. Estos estudios son de gran importancia desde el punto de vista ambiental, ya que en suelos con bajo contenido en arcillas la presencia de materia orgánica actuaría como un buen promotor de la adsorción para esta clase de herbicidas. Esto favorecería no solo a la desactivación del herbicida, sino que también disminuiría la lixiviación y el transporte a través de las napas subterráneas.

Las arcillas, además, no sólo actuarían como buenas adsorbentes de pesticidas (u otros contaminantes) catiónicos, sino también de otros pesticidas como el metsulfurón metil, que no posee cargas eléctricas a pH ácidos. Se observó a pH 3 una fuerte adsorción del herbicida en Na- y Fe-montmorillonita y se demostró que el herbicida adsorbido no se degrada

(o se degrada muy lentamente). Esta desactivación en la degradación aumentó significativamente con la concentración de arcilla y disminuyó con el pH. Los resultados obtenidos mediante espectroscopia UV-visible permitieron además determinar que las arcillas utilizadas en este trabajo no modifican el orden cinético de reacción del metsulfurón metil, siendo de primer orden al igual que en la degradación química en solución acuosa a las mismas condiciones de pH y fuerza iónica.

Finalmente, los resultados obtenidos en cada uno de los procesos estudiados fueron ajustados mediante modelos teóricos. Si bien estos modelos fueron implementados como una primera aproximación, describen razonablemente bien el comportamiento de disolución, adsorción y degradación tanto de los herbicidas como de los sólidos utilizados.

Este trabajo se realizó bajo la dirección del Dr. Marcelo Avena.

NUEVO

Ahora también obtenga la más alta calidad y rapidez en la preparación de sus muestras



Agilent Technologies

Distribuidor Autorizado

Agilent Technologies, el líder mundial en instrumentos cromatográficos, columnas y accesorios, presenta sus **Nuevas líneas de Cartuchos de Extracción en Fase Sólida y QuEChERS Kits**, con la calidad y performance de siempre



• Línea de SPE (Cartuchos de Extracción en Fase Sólida) Bond Elut®

- Fabricados bajo Normas ISO
- Amplia selección de adsorbentes (polímeros, sílica, carbón y especiales)
- Alta compatibilidad con solventes
- Uniformidad controlada de tamaño de partículas
- Manifolds y accesorios completos

SOLICITE MAS INFORMACIÓN



• QuEChERS Kits

- Agiliza el tiempo de pretratamiento de muestras vegetales, cereales y frutas para análisis de pesticidas.
- Rápido, simple, efectivo, económico, seguro.

Rellenos:

- OPT
- DVB
- PS-DVB
- Ciano
- Diol
- Amino
- Sílica
- C18
- C18 Encapad
- C8
- C2
- Fenilo
- Florisil
- Alúmina ácida, básica y neutra
- Carbono grafitado

DISTRIBUIDOR AUTORIZADO CONSUMIBLES AGILENT EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

OmniLab srl
Sistemas, Instrumentos y Servicios para Laboratorios

Virrey Arredondo 2850 (C1426EAB) Buenos Aires - Argentina

Tel.: (54-11) 4553-1100 • Fax: (54-11) 4555-1584

e-mail: info@omnilab.com.ar - www.omnilab.com.ar

Le brindamos **soluciones**

día a día

Una alternativa para la determinación del antibiótico monensina en premezclas usadas en la alimentación animal

Vicente F., Giraudó, M., Mora V., Scollo D.

RESUMEN

Se propone un método alternativo para determinar el contenido de monensina presente en premezclas que son usadas en la alimentación animal. Se desarrolla un método para obtener un estándar secundario monensina que después servirá para valorar el antibiótico mediante un método colorimétrico. Se valida además la metodología analítica desarrollada.

PALABRAS CLAVE

Monensina, Absorciometría, Balanceados

SUMMARY

We propose an alternative method to determine the content of monensin presents in premixes that are used in animal feed. We develop a standard method for obtaining a secondary standards monensin that then could be used to assess the antibiotic by a colorimetric method. It also validates the analytical methodology developed.

KEY WORDS

Universidad Nacional de Lanús, Carrera de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 29 de Septiembre 3901, Remedios de Escalada, Lanús, Provincia de Buenos Aires, Argentina. 054-11-6322-9200 int. 105, laboratoriofi@unla.edu.ar; mgiraudó@unla.edu.ar .

Monensin, Absorptiometry, Concentrated animal feed.

INTRODUCCIÓN

El antibiótico monensina en su forma base tiene la siguiente estructura química (ver figura 1) siendo una mezcla de sustancias producidas por fermentación usando el microorganismo *Streptomyces cinnamomensis* y presentado sus estereoisómeros Monensina A C₃₆H₆₂O₁₁ de peso molecular 670,87, Monensina B C₃₅H₆₀O₁₁ de peso molecular 656,84 y Monensina C C₃₇H₆₄O₁₁ de peso molecular 684,90

MMonensina A

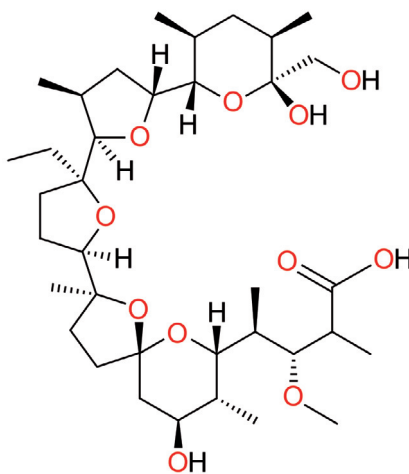


Figura 1 Estructura química de la monensina A

Comercialmente se presenta como sal sódica C₃₆H₆₁O₁₁Na de peso molecular 692,90 (isómero A).

Existen numerosos trabajos de investigación que describen como en los sistemas pastoriles de Argentina está la posibilidad de mejorar la eficiencia de la conversión del alimento usando antibióticos. Con ello se están refiriendo al uso de ionóforos que son importantes herramientas para la nutrición animal de los bovinos: el más usado es el antibiótico Monensina como sal sódica (Van Nevel C. y Demexer, 1977; Wallace R et al., 1980; Rossi D. et al., 1997; Odriozola N., 2004; Yoshida N. et al. (2008); Bretschneider G., 2009).

En los últimos años se ha generalizado el uso de este antibiótico en distintos animales para controlar la coccidiosis en bovinos, aves, cerdos, etc. Las malas prácticas de homogeneización han producido que animales reciban dosis altas y otros reciban dosis mínimas. En este último caso, no fue posible controlar la enfermedad por recibir niveles inadecuados.

Esta situación fue planteada por ingenieros zootecnistas a docentes investigadores de la UNLa para controlar el grado de homogeneidad de las premezclas comerciales usando una metodología analítica sencilla, rápida, exacta y que tuviera una sensibilidad hasta 10 ppm.

Se estudió la bibliografía disponible y a continuación se presentan las diferentes opciones:

Determinación por HPLC con derivatización postcolumna usando vainillina y leyendo el complejo formado a 520 nm: Blanchflower et al., 1985; Martínez et al., 1985; Martínez et al. 1986; Takatsuki et al., 1986; Lapointe et al., 1988; Moran et al., 1994; Dusi et al., 1999; Matabudul et al., 2002; USP, 2010; AOAC, 2010; usando la misma técnica pero derivatizando con 9-antril diazometano (ADAM).

Determinación de monensina por HPLC-MSD: Song et al. 2007.

Determinación por TLC: Landgraf y Ross 1998.

Determinación por ELISA: Kennedy D. et al. 1995.

Todas las metodologías descriptas, salvo TLC, son complejas y el equipamiento resulta costoso y no es habitual hallarlo en los laboratorios comunes.

Otra dificultad fue disponer del estándar monensina con pureza garantizada: Sigma-Aldrich ofrece la sal sódica con pureza 90-95 % TLC pero nunca estuvo disponible en Argentina; Eli Lilly comercializa el producto al 20 % a través de ELANCO SA. El único producto disponible en nuestro país fue provisto por la industria china a través de Shandong Jinyang Pharmaceutical Co, Shandong Shunfengfan Biological Eng. Co. y Qingdao Fraden Internacional Trading Co. en concentraciones al 20 % expresado como base.

Objetivos:

Obtener un estándar secundario a partir de un premix comercial al 20 % p/p de monensina base.

Valorar el estándar secundario obtenido contra un estándar primario (de pureza conocida).

Desarrollar una técnica colorimétrica rápida y precisa.

Determinar la homogeneidad del premix.

MATERIALES Y MÉTODO

Los reactivos analíticos usados fueron adquiridos con calidad P.A.

Metanol P.A.

Acido sulfúrico conc. P.A.

Vainillina P.A.

Solución extemporánea de vainillina: 3 gramos de vainillina en 10 mL de metanol: H₂SO₄ conc 95:2)

Tolueno P.A.

Hexano P.A.

Cloroformo P.A.

Acido acético glacial P.A.

Acetato de etilo P.A.

Amoniaco P.A.

Espectrofotómetro Metrolab 1700 UV-Vis

Obtención de monensina base a partir de premix de monensina sódica del mercado

Se partió de un producto comercial conteniendo aproximadamente 20 % de monensina base y se pesó 15,00 gramos del premix con una aproximación del 0,01 gramo, que se suspendió en 100 mL de metanol:agua (9:1) agitando continuamente durante 1 hora. Se filtró y el residuo se suspendió nuevamente en 50 mL del mismo solvente que se agitó durante una hora más. Finalmente se filtró.

Los filtrados se reunieron, se fijó la temperatura en 20° C y se le agregó agua destilada cantidad suficiente para mantener una concentración final de metanol del 50 %. En estas condiciones precipitó la monensina base (solubilidad en agua aproximadamente 3 ppm). Se filtró, secó a 56° C en estufa (punto de fusión 104° C). La droga obtenida se guardó en recipiente bien cerrado preservándola de la humedad y del calor excesivo.

Determinación de la pureza de la monensina base extraída en el laboratorio

Se realizó comparando por HPLC una solución de la misma (estándar secundario) con un estándar primario de monensina conteniendo 19,70 % de base valorada por el método oficial HPLC con derivatización por vainillina. La procedencia del estándar primario fue de un laboratorio privado que realiza controles continuos del antibiótico en muestras importadas.

Determinación de la linealidad del método desarrollado

Se preparó una solución madre de monensina base pesando exactamente, de modo de obtener una concentración final de alrededor de 1 mg/mL. Se construye la curva de calibración tomando 0,1-0,2-0,3 y 0,4 mL de la solución madre respectivamente a los que se le agrega (blanco incluido) 1 mL de la solución extemporánea de vainillina y se enrasa a 5 mL con metanol:agua (9:1). Las concentraciones finales fueron de 2-4-6 y 8 ppm de monensina.

Se calentaron los tubos en baño maría a 98 ° C usando frasco de penicilina sellado con tapón de neoprene y cápsula de aluminio durante de 3-5 minutos, enfriar (durante de 1-2 minutos). Se leyó el color desarrollado a 520 nm (las absorbancias obtenidas estuvieron en el rango 0,1-0,8)

Nota: los plazos fijados son importantes para obtener repetibilidad de valores ya que el reactivo es altamente oxidable.

Determinación de monensina en premezclas comerciales

En el caso de muestras con contenido mayor a 1000 ppm de monensina sódica:

Se molió muy finamente el premix pelletizado y se tomó una cantidad de modo de entrar en el rango de linealidad de la curva de calibración. Se agregó 200 mL de metanol:agua (9:1) y se extrajo el antibiótico agitando continuamente durante 1 hora. Se dejó sedimentar y se filtró. Se tomó la alícuota correspondiente y se procedió según descrito en el paso anterior.

En el caso de muestras con contenido menor a 1000 ppm:

Se usó otro método de extracción del antibiótico ya que los premix contienen grasa y compuestos coloreados que interfieren en la determinación (interferencias debidas a la matriz). Se pesó una cantidad de muestra según las indicaciones previas y se la trató con 150 mL de metanol:agua (9:1). Se tomó una alícuota y se la evaporó al vacío hasta sequedad. Se agregó 2 ml de hidróxido de sodio 0,1 N y 1 ml de metanol PA.

Se extrajo el antibiótico con 3 mL de hexano:tolueno (2:1). Se evaporó bajo vacío los solventes orgánicos. Se retomó con metanol:agua (9:1) y se procedió como se describió antes.

Una variante probada fue el método propuesto por Landgraf et al. (1998) usando cartuchos de extracción en fase sólida (spe) de sílice (0,5 gramos) pre-acondicionados con 4 mL de cloroformo al que se hizo pasar una solución de monensina en hexano (item 11.2). Se eluyó con 10 mL de cloroformo, después 10 mL cloroformo-metanol (95:5) y finalmente cloroformo:metanol (90:10). Se juntaron los extractos y evaporaron a sequedad bajo vacío. Se retomó con metanol:agua (9:1).

Se optó por la variante de extracción con solvente por la mejor reproducibilidad de resultados.

RESULTADOS

Cristalización de monensina base a partir de un premix comercial

La primera cristalización dio 3,3 gramos de monensina expresados como base.

La recristalización (2 veces) dio 2,27 gramos de monensina base.

La precisión expresada como repetibilidad fue asegurada ya que fue analizada numerosas veces (5 análisis consecutivos). Ver Tabla.

El rendimiento de la extracción fue del 89 % expresado como base con un CV de 2,5 %.

Control de la pureza del estándar secundario contra un estándar primario

Para 10 determinaciones consecutivas, se obtuvo una potencia promedio del producto recristalizado del 92,0 % con un CV del 1,8 %.

Obtención de la curva de calibración

Las Absorbancias a 520 nm de las soluciones de los estándares de 2, 4 y 6 ppm dieron valores comprendidos entre 0,1 y 0,8 siempre y cuando se respetaran los tiempos para obtener el desarrollo del color. Ver validación del método, linealidad.

Determinación de monensina sódica en las premezclas comerciales
Ver Precisión

Validación de la metodología analítica desarrollada

Especificidad o selectividad: Se determinó comparando los espectrogramas obtenidos para los dos estándares en el UV entre 200 y 400 nm usando el Metrolab 1700. El pico único aparece a 208 nm (datos no mostrados) a partir de soluciones de aproximadamente 20 mg de estándar/50 mL de metanol P.A.

Sensibilidad: Es la pendiente de la curva de calibración obtenida comparativamente usando ambos estándares. El factor respuesta o pendiente es el mismo (resultados no mostrados).

El límite de detección fue calculado con la fórmula = $3,3 \times DS_{\text{blanco}} / \text{pendiente curva calibración}$. El valor numérico obtenido es de 0,5 ppm.

El límite de cuantificación se obtuvo con la fórmula = $10 \times DS_{\text{blanco}} / \text{pendiente curva de calibración}$. El valor numérico obtenido fue de 1 ppm.

Precisión: Se determina midiendo la Repetibilidad para los estándares usados y para las muestras y se expresa por el CV porcentual. Ver la tabla 2.

Asimismo se determina la Reproducibilidad durante varios días y se expresa en CV %.

Repetibilidad para los estándares (Tabla 1)

Exactitud: La exactitud se expresa como Por ciento de Recuperabilidad.

En la Tabla 2 se observan los datos de exactitud para las muestras analizadas (n = 5)

Se expresa también como Recuperabilidad realizando estudios intradías para 3 concentraciones diferentes de estándar y estudios interdías con 3 concentraciones diferentes de estándares durante al menos 4 días consecutivos (en la Tabla 3 se observa la Precisión, expresada como Reproducibilidad y la Exactitud, expresada como porcentaje de Recuperabilidad para el estándar de 20 ppm).

Rango de linealidad: Se usan 3 concentraciones diferentes de estándar (de 2 a 6 ppm) que cubran las dispersiones de las muestras a analizar. Al realizar la regresión lineal se obtuvo el valor de la pendiente 0,05; el intercepto -0,01 y el coeficiente de correlación 0,98.

CONCLUSIONES

El método desarrollado es sencillo, rápido y de buena exactitud, lo que permite controlar la homogeneidad del antibiótico presente en los balanceados comerciales hasta valores de 10 ppm.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC International, Official Methods of Analysis (2010), Method 997.04: Monensin in premix and animal feeds.

Blanchflower W., Rice D., Hamilton J. (1985), Simultaneous HPLC determination of monensin, naransin and salinomycin in feeds using post column derivatization, Analyst 110, 1283-1285.

Blanchflower W., Kennedy D. (1996), Determination of monensin, salinomycin and naransin in muscle, liver and eggs from domestic fowl using LC- electrospray mass spectrometry, J. Chromatogr. B 675, 225-233.

Bretschneider G. (2009), Beneficios del uso de monensina en la alimentación del ganado para carne, leche y cría, Estación experimental INTA Rafaela, Santa Fe, Argentina.

Dusi G., Gamba V. (1999), Liquid chromatography with ultraviolet detection of lasalocid, monensin, salinomycin and narasin in poultry feeds using pre-column derivatization, J. Chromatogr. A 835, 243-246.

Kennedy D., Blanchflower W, O'Dorman B (1995), ELISA determination of monensin, Food Add. Contam. 12, 93-95.

Landgraf W., Ross P. (1998), TLC determination of monensin in feeds: screening method, J. AOAC Int. 81, 844-847.

Lapointe M., Cohen H. (1988), High speed HPLC determination of monensin, naransin and salinomycin in feeds using post column derivatization, *J. AOAC Int.* 71, 480-484.

Martínez E., Shimoda W. (1985), Determination of the ionophors anticoccidiostats naransin, monensin, lasalacin and salinomycin in eggs by LC-MSD, *J. AOAC Int.* 68, 1149

Martínez E., Shimoda W. (1986), Determination of monensin by hplc, *J. AOAC Int.* 69, 637.

Matabudul D., Lumley I., Points J. (2002), The determination of 5 anticoccidial drugs in animal livers and eggs by LC-MSD, *Analyst* 127, 760-768.

Moran J., Rodewald J., Donoho A, Coleman M. (1994), Determination of monensin in chicken tissues by LC with post column derivatization, *J. AOAC Int.* 77, 885-888

Odriozola N. (2004), Intoxicación por monensina. En *Blood D., Henderson I., Radotsis, 2000, Medicina Veterinaria, Interamericana, Bs As.*

Rossi D., Navarro F., Grivel C. (1997), Efecto de monensina sobre el aumento de peso y prevención del meteorismo en novillos sobre una pradera de alfalfa, *Arch. Med. Veter.* 29, 14-19.

Song W., Huang M., Rumbelha W., Li H. (2007), Determination of monensin and tylosin in surface water by LC-

MSD, *Rapid Comm. En Mass Spectr.* 21, 1944-1950.

Takatsuki K., Suzuki S., Ushizawa I. (1986), Liquid chromatographic determination of monensin in chicken tissues with fluorimetric detection and confirmation by GC-MSD, *J. AOAC Int.* 69, 443-448.

USP 2010, Official Methods of Analysis: ficha técnica para Monensin, Monensin granulated, Monensin Pre-mix, Monensin sodium.

Van Nevel C., Demeyer D. (1977), Effect of monensin on rumen metabolism in vitro, *App. Environm. Microbiol* 34, 251-255.

Wallace R., Cheng K., Czerkawski J. (1980), Effect of monensin on fermentation characteristics of the artificial rumen, *App. Environm. Microbiol.* 40, 672-674.

Yoshida N., Moscuza C., Castro C., Fernández Cirelli A. (2008), Riesgo de contaminación ambiental con monensina en sistemas intensivos de engorde bovino, *Rev. Arg. Prod. Animal* 28, 112.120.

Tabla 1 Datos de repetibilidad para los estándares de monensina

	2 ppm	4 ppm	6 ppm	8 ppm
± DS	2,2 ± 0,1	3,9 ± 0,2	5,9 ± 0,2	8,2 ± 0,2
CV %	5,2	4,2	3,8	3,9

Tabla 2 Datos de la exactitud obtenida

Concentración calculada	Concentración obtenida	Recuperabilidad %
25 ppm	24	96
200 ppm	198	99
1000 ppm	1050	105

Tabla 3 Estudio de la exactitud del método desarrollado

	Agregado	5 ppm	10 ppm	20 ppm
Día 1	± DS	30,2 ± 0,2	35,8 ± 0,3	46,3 ± 0,3
	CV %	1,9	2,0	1,2
	Recuperabilidad %	101	102	103
Día 2	± DS	29,8 ± 0,2	34,5 ± 0,2	46,6 ± 0,4
	CV %	1,8	2,1	1,5
	Recuperabilidad	99	99	101
Día 3	± DS	28,9 ± 0,3	36,1 ± 0,4	46,0 ± 0,4
	CV %	2,0	2,0	1,9
	Recuperabilidad %	97	103	102
Día 4	± DS	29,9 ± 0,1	35,0 ± 0,2	45,9 ± 0,3
	CV %	2,0	2,0	1,9
	Recuperabilidad %	99	99	102

Química atmosférica de acrilatos y metacrilatos emitidos por la industria de polímeros

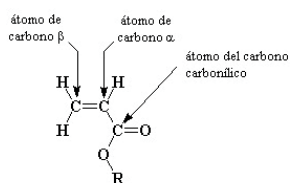
María B. Blanco y Mariano A. Teruel*

Instituto de Investigaciones en Fisicoquímica de Córdoba (I.N.F.I.Q.C.), CONICET,

Dpto. de Fisicoquímica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba. Ciudad Universitaria, 5000 Córdoba, Argentina..

E-mail: mteruel@fcq.unc.edu.ar.

Los ésteres acrilatos son una familia de compuestos orgánicos que pertenecen a un tipo de polímeros vinílicos. Los monómeros acrilato son ésteres que contienen grupos vinílicos, es decir, dos átomos de carbono unidos por una doble ligadura, directamente enlazados al carbono del grupo éster.



Debido a su doble enlace muy reactivo poseen una reacción principal que es la polimerización. Los poli acrilatos resultantes son a menudo transparentes pero quebradizos. Para modificar sus propiedades físicas y químicas, pueden combinarse con otros componentes (copolimerización). Algunos acrilatos poseen un grupo metilo extra enlazado al carbono alfa, y se denominan metacrilatos. La presencia de este grupo metilo modifica considerablemente las

propiedades de los polímeros resultantes de la unión de estos monómeros. Estos compuestos son ampliamente utilizados en la industria en forma de homopolímeros o copolímeros para la fabricación de diversos productos. Entre ellos, son utilizados en la producción de adhesivos, disolventes, selladores, revestimientos, materiales de construcción, resinas, productos dentales, etc.

Su gran utilidad explicaría entonces la causa de las grandes emisiones que se producen a la atmósfera como resultado de estas actividades. Una vez en la troposfera estos compuestos son degradados químicamente por reacción con especies oxidantes como OH, NO₃, O₃ y Cl.

En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos en el estudio cinético y análisis de los productos formados para las reacciones de una familia de acrilatos y metacrilatos iniciadas por radicales OH y átomos de Cl.

Los radicales OH se forman mayoritariamente por la acción de la luz del sol y son muy reactivos. Se encuentran en una concentración promedio durante 12 horas de 2×10^6 radicales cm⁻³[1] y reaccionan con la mayoría de los compuestos químicos. Debido a esto, al radical OH se lo conoce como el detergente atmosférico. Dada la importancia de la acción del radical OH, se han realizado numerosos estudios sobre sus reacciones con compuestos orgánicos emitidos a la

atmósfera, tanto de origen natural como antropogénico.[2,3] Estos estudios revelan que las reacciones del OH con estos compuestos constituyen la principal vía de degradación diurna de las especies trazas emitidas a la atmósfera.

Los átomos de Cl son importantes agentes oxidantes en la química troposférica, principalmente de la capa límite marina, la cual es una parte de la troposfera que se encuentra directamente influenciada por la presencia de la superficie terrestre, y que responde a las fuerzas de la superficie en una escala temporal de horas o incluso menores [4], además se han encontrado altas concentraciones de Cl en zonas continentales en los últimos años.[5] Los átomos de cloro son muy reactivos con una gran variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos[2], de modo que pequeñas concentraciones pueden competir con el radical OH determinando el destino troposférico de tales compuestos.

Para el estudio cinético de las reacciones de estos ésteres insaturados con radicales OH y átomos de Cl, se utilizaron dos técnicas diferentes:

- Cámaras colapsables de 80 L utilizando la técnica de cromatografía gaseosa con detección por FID presente en los laboratorios de la Universidad Nacional de Córdoba [6] (ver Foto1).

Esta técnica se utilizó para el estudio cinético de las siguientes reacciones a 298 K y presión atmosférica.

- $OH + CH_2=C(CH_3)C(O)OCH_3$ (metacrilato de metilo) Productos (1)
- $OH + CH_2=C(CH_3)C(O)OCH_2CH_3$ (metacrilato de etilo) Productos (2)
- $OH + CH_2=C(CH_3)C(O)O(CH_2)_3CH_3$ (metacrilato de n-butilo) Productos (3)
- $OH + CH_2=CHC(O)O(CH_2)_3CH_3$ (acrilato de n-butilo) Productos (4)

Por otro lado los resultados se complementaron con mediciones en grandes cámaras de simulación de 405 L y 1080 L utilizando espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) como sistema de detección. Estos reactores se encuentran en la Universidad de Wuppertal, Alemania [7] (ver foto 2).

Utilizando esta última técnica se determinaron las constantes de velocidad entre 287 y 313K y se analizaron los productos formados de las siguientes reacciones a presión atmosférica:

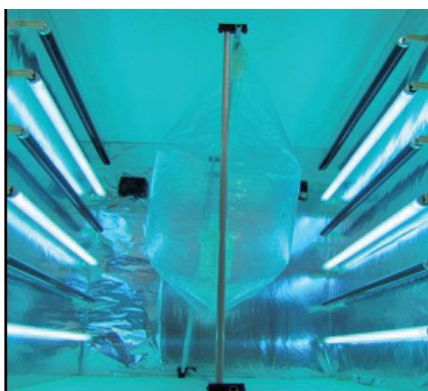


Foto 1: Cámara colapsable de 80 L.

- $OH + CH_2=C(CH_3)C(O)OCH_3$ (metacrilato de metilo) Productos (5)
- $OH + CH_2=C(CH_3)C(O)O(CH_2)_3CH_3$ (metacrilato de n-butilo) Productos (6)
- $OH + CH_2=CHC(O)O(CH_2)_3CH_3$ (acrilato de n-butilo) Productos (7)
- $Cl + CH_2=C(CH_3)C(O)OCH_3$ (metacrilato de metilo) Productos (8)
- $Cl + CH_2=CHC(O)OCH_3$ (acrilato de metilo) Productos (9)
- $Cl + CH_2=C(CH_3)C(O)O(CH_2)_3CH_3$ (metacrilato de n-butilo) Productos (10)

En la Tabla 1 se presentan los valores de las constantes de velocidad obtenidas para la reacciones del radical OH con los diferentes ésteres estudiados a 298 K y a 760 Torr (reacciones 1-4) y las distintas relaciones $k_{Éster}/k_{Referencia}$ obtenidas utilizando el método relativo de las velocidades de reacción.

En las Figuras 1 y 2, se presentan los gráficos de Arrhenius obtenidos entre 287 y 313 K para las reacciones 5, 6, 7 y 8, 9, 10, respectivamente.



Foto 2: Cámara de simulación de cuarzo de 1080 L

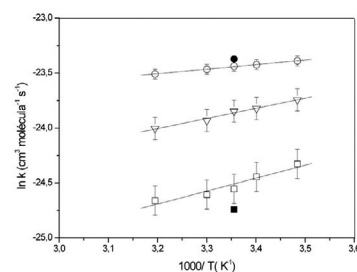


Figura 1: Gráfico de Arrhenius para las reacciones de radicales OH con metacrilato de metilo (□); metacrilato de n-butilo (○) y acrilato de n-butilo (△). Los puntos en negrita corresponden a valores medidos a 298 K utilizando las cámaras colapsables de 80 L con detección por CG-FID. Gráfico extraído de la referencia [10].

Tabla 1

$k_{Éster} / k_{Referencia}$ y constantes de velocidad obtenidas, utilizando diferentes compuestos de referencia, para las reacciones de radicales OH con diferentes ésteres insaturados a 298 K. Estos valores son extraídos de las referencias [8 y 9]

Éster	Referencia	$k_{Éster} / k_{Ref}$	$k_{Éster} (\times 10^{11})$ ($cm^3 \text{ molécula}^{-1} s^{-1}$)
Metacrilato de metilo	3-cloropropeno	$2,46 \pm 0,09$	$4,15 \pm 0,32$
Metacrilato de etilo	3-cloropropeno	$2,61 \pm 0,19$	$4,41 \pm 0,31$
	Éter dietílico	$3,50 \pm 0,15$	$4,76 \pm 0,59$
	Promedio		$4,58 \pm 0,67$
Metacrilato de n-butilo	3-cloropropeno	$4,22 \pm 0,25$	$7,13 \pm 0,72$
	Éter dietílico	$5,17 \pm 0,14$	$7,03 \pm 0,69$
	Promedio		$7,08 \pm 0,99$
Acrilato de n-butilo	n-pentano	$4,49 \pm 0,14$	$1,78 \pm 0,20$
	Éter dietílico	$1,33 \pm 0,04$	$1,81 \pm 0,11$
	Promedio		$1,80 \pm 0,23$

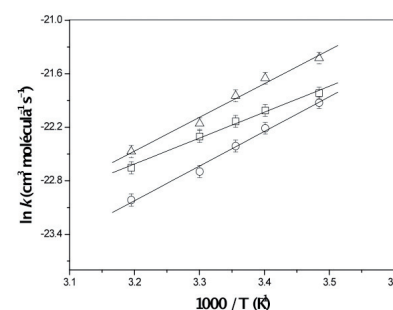


Figura 2: Gráfico de Arrhenius obtenido entre 287 y 313 K de las reacciones de átomos de Cl con metacrilato de metilo (□); acrilato de metilo (○) y metacrilato de n-butilo (△). Gráfico extraído de la referencia [11].

A partir de las Figuras 1 y 2, se obtuvieron las siguientes ecuaciones de Arrhenius entre 287 y 313 K:

$$k_5 = (1,97 \pm 0,95) \times 10^{-12} \exp [(921 \pm 52)/T] \quad (I)$$

$$k_6 = (1,65 \pm 1,05) \times 10^{-11} \exp [(413 \pm 34)/T] \quad (II)$$

$$k_7 = (4,4 \pm 0,25) \times 10^{-13} \exp [(1117 \pm 105)/T] \quad (III)$$

$$k_8 = (13,9 \pm 7,8) \times 10^{-15} \exp [(2904 \pm 420)/T] \quad (IV)$$

$$k_9 = (0,4 \pm 0,2) \times 10^{-15} \exp [(3884 \pm 879)/T] \quad (V)$$

$$k_{10} = (0,98 \pm 0,42) \times 10^{-15} \exp [(3779 \pm 850)/T] \quad (VI)$$

Los estudios presentados representan las primeras determinaciones de la dependencia de la constante de velocidad con la temperatura en el intervalo de 287 a 313 K para las reacciones (5-7) (iniciadas por radicales OH) y para las reacciones (8-10) (iniciadas por átomos de Cl).

Existe un único estudio para la reacción (5) (metacrilato de metilo + OH) realizado por Teruel y colaboradores [12] utilizando la técnica de PLP-LIF, el cual fue realizado entre 253 y 363 K.

El valor de energía de activación obtenido en este trabajo para esta reacción de ($E_a/R = -921 \pm 52$) K poseen un muy buen acuerdo con el valor de Teruel y colaboradores ($E_a/R = -821 \pm 55$) K [12].

Para las reacciones de degradación de estos ésteres insaturados con átomos de Cl, no existen estudios previos de dependencia de las constantes de velocidad con la temperatura.

Las energías de activación obtenidas para las reacciones mencionadas tanto con radicales OH como con átomos de Cl se encuentran dentro del mismo orden que las energías de activación de las reacciones de alquenos y otros compuestos oxigenados insaturados con los mismos oxidantes (OH y Cl). En todos los casos se observan energías de activación aparentes negativas, con una disminución de la constante de velocidad con el aumento de la temperatura. Estos datos aportan evidencia de que el mecanismo dominante de degradación será el de adición al doble enlace formando un complejo, el cual puede descomponer y volver hacia reactivos o estabilizarse colisionalmente. Este mecanismo general fue observado en las reacciones de adición a alquenos [13] y además fue observado en las reacciones de adición del radical OH y átomos de Cl a otros

compuestos oxigenados insaturados.

Utilizando los datos cinéticos obtenidos para estos ésteres insaturados a 298 K, se realizó un gráfico de energía libre, correlacionando las constantes de velocidad de radicales OH y átomos de Cl para una serie de compuestos insaturados (ésteres, alcoholes, éteres, cetonas, aldehídos y alquenos) (Figura 3). Del ajuste por cuadrados mínimos de la recta obtenida, se deduce la siguiente correlación de la reactividad entre ambos oxidantes para un mismo compuesto orgánico:

$$\log k_{OH} = 1,09 \log k_{Cl} - 0,10 \quad (VII)$$

Esta correlación obtenida indicaría que el mecanismo de las reacciones de átomos de Cl con compuestos insaturados es similar al mecanismo observado y ampliamente estudiado de las reacciones de radicales OH con compuestos insaturados, es decir la adición al doble enlace ocurre en una primera etapa reversible formándose un aducto, el

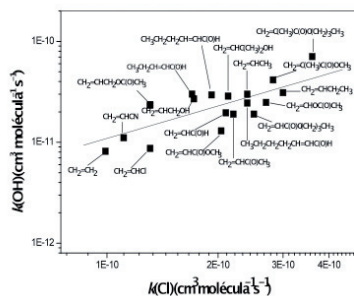


Figura 3. Gráfico de $\log k_{OH}$ vs. $\log k_{Cl}$ a 298 K para una serie de compuestos insaturados. Los valores fueron obtenidos de esta tesis para los ésteres insaturados y de NIST Chemical Kinetics Database, para el resto de los compuestos [14]. Gráfico extraído de la referencia [11].

cual reacciona formando productos en subsecuentes reacciones rápidas.

Además, debido a la muy buena correlación entre las k_{Cl} y k_{OH} presentada en este gráfico, se pueden estimar constantes de velocidad que aún no han sido investigadas.

Además de los estudios cinéticos se realizaron estudios de los productos de las reacciones antes mencionadas observándose que para las reacciones de ésteres insaturados con radical OH, la principal vía de reacción del radical $CH_2OHCO(\cdot)HC(O)OCH_3$ (radical alcóxilo) formado, es la descomposición para formar el glioxalato de metilo y glioxalato de n-butilo (para el caso de los acrilatos estudiados) y el metil y n-butil piruvato para el caso de los metacrilatos, formándose además como co-producto el radical $\cdot CH_2OH$, el cual reacciona con O_2 para formar el CH_2O y HO_2 (Figura 4, paso E). No se pudo confirmar la presencia de compuestos hidroxycarbonílicos o $CH_2OHCH(O)$, los cuales podrían provenir de la vía de reacción con O_2 (Figura 4, paso C) o la vía de clivaje (C1-C2) del radical 1,2-hidroxicoxi formado (Figura 4, paso D). En estas condiciones experimentales estos canales parecen ser poco significativos.

La distribución de productos obtenida en este trabajo está en excelente acuerdo con lo encontrado por Butt y colaboradores [15] para la reacción de radical OH con $C_4F_9CH_2CH_2OC(O)CH=CH_2$ en presencia de NO_x , los cuales informan un rendimiento de (102 ± 7) % para la formación de CH_2O . Ellos informan que la vía de clivaje (C2-C3) del radical hidroxialcoxi formado es de un 100%, sin embargo ellos no pudieron cuantificar el glioxalato formado en esa reacción. En el caso de las reacciones en ausencia de NO_x la principal vía de reacción la constituye también el clivaje en el (C2-C3) del radical 1,2-hidroxicoxi para formar el glioxalato o piruvato (para acrilatos o metacrilatos respectivamente) y el CH_2O como co-producto de reacción.

Por otro lado, en las reacciones de ésteres insaturados iniciadas por átomos de Cl, la principal vía de re-

acción del radical $CH_2ClCO.HC(O)OCH_3$ formado es la reacción con O_2 (vía abstracción de H) para formar el $ClCH_2C(O)C(O)OCH_3$ en el caso de la reacción de acrilato de metilo con átomo de Cl (Figura 5, paso C). Los bajos rendimientos de glioxalatos ($HC(O)C(O)OCH_2R$) o piruvatos ($CH_3C(O)C(O)OCH_2R$) formados, así también como el bajo rendimiento de su co-producto formado ($HC(O)Cl$) indican la menor importancia del canal de β -fragmentación (Figura 5, paso E) en estas reacciones. Esto está en acuerdo con lo encontrado por Butt y colaboradores[15] los cuales informan un rendimiento del 3% de $HC(O)Cl$ en la reacción de $Cl + C_4F_9CH_2CH_2OC(O)CH=CH_2$. Estos autores informan que la principal vía de reacción del radical 1,2-cloroalcoxilo formado es la reacción con O_2 contrariamente a lo informado en la reacción del radical OH con este mismo éster. Además estos autores informan un rendimiento de un 18 y 10 % para el canal de abstracción de H (Figura 5, paso B) en ausencia y presencia de NO_x , respectivamente.

Las constantes de velocidad de cada reacción estudiada se pueden emplear para calcular el tiempo de vida troposférico (τ) de un compuesto frente a un proceso reactivo dado, y se define como el tiempo necesario para que su concentración se reduzca en 1/e de su valor inicial según: $\tau = 1/k$, donde [X] es la concentración del oxidante, OH, Cl, NO_3 u O_3 y k es la constante de velocidad determinada experimentalmente.

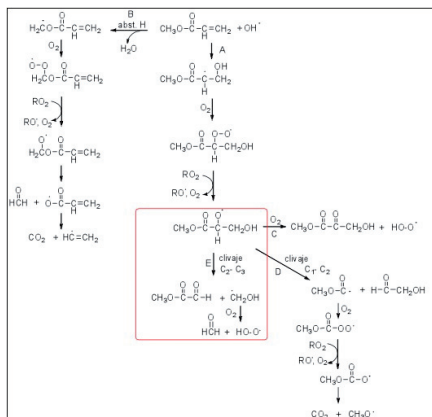


Figura 4. Mecanismo propuesto para la oxidación de acrilato de metilo ($CH_2=CHC(O)OCH_3$) iniciada por radical OH en atmósfera libre de NO_x .

Los ésteres son fotolíticamente estables en la región actínica del espectro electromagnético por lo que la vía de degradación provocada por la fotólisis solar es despreciable[12]. Además las reacciones con radicales NO_3 y moléculas de O_3 son relativamente lentas, el proceso de pérdida de los ésteres por deposición húmeda es también despreciable debido los bajos valores de solubilidad obtenidos a partir de la ley de Henry $10 M atm^{-1}$ a 298 K (es decir, escasa solubilidad en agua). La deposición seca de estos compuestos es insignificante debido a la alta volatilidad de estos ésteres. Por lo tanto la vía principal de degradación de los ésteres en la atmósfera es la reacción dominante

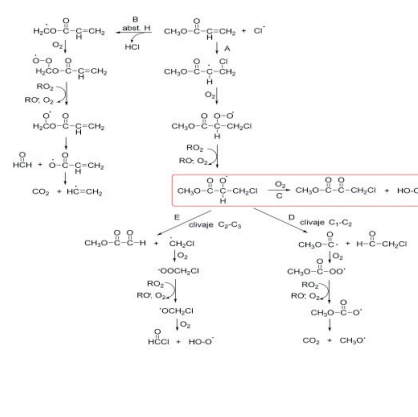


Figura 5. Mecanismo propuesto para la oxidación de acrilato de metilo ($CH_2=CHC(O)OCH_3$) iniciada por átomo de Cl en atmósfera libre de NO_x .

con el radical OH, el cual en presencia de NO_x inicia rápidas reacciones de degradación involucrando los radicales peroxilos (RO_2), los radicales alcoxilos (RO) y los radicales hidropoxilos (HO_2), conduciendo finalmente a la regeneración de radicales OH.

Mientras las reacciones con radicales OH dominan los tiempos de vida atmosféricos de los ésteres y otros COVs en la troposfera, las reacciones con radicales peroxilos, RO_2 e hidropoxilos, HO_2 , proporcionan un acoplamiento a la química de los NO_x a través de la oxidación de NO a NO_2 causando un incremento de ozono troposférico a partir de la fotólisis de NO_2 y la subsecuente reacción con O_2 .

Tabla 2. Tiempos de vida troposféricos a 298 K para los ésteres insaturados estudiados con diferentes especies oxidantes: OH, NO_3 , O_3 y Cl.

Éster	τ_{OH}^a (horas)	τ_{Cl}^b (días)	$\tau_{NO_3}^c$ (días)	$\tau_{O_3}^d$ (días)
Metacrilato de metilo	3	4	7	1
Metacrilato de n-butilo	2	3	3	-
Acrilato de metilo	10	5	230	10
Acrilato de n-butilo	8	5	110	1

^a $k_{OH} + \text{éster} = \text{este trabajo}$

^b $k_{Cl} + \text{éster} = \text{este trabajo}$

^c $k_{NO_3} + \text{metacrilato de metilo}$, $k_{NO_3} + \text{metacrilato de n-butilo}$ y $k_{NO_3} + \text{acrilato de metilo}$ [16]; $k_{NO_3} + \text{acrilato de n-butilo}$ [17].

^d $k_{O_3} + \text{metacrilato de metilo}$ y $k_{O_3} + \text{acrilato de metilo}$ [18]; $k_{O_3} + \text{acrilato de n-butilo}$ [19].

En la Tabla 2 se presentan los tiempos de vida atmosféricos estimados para los ésteres insaturados estudiados.

A pesar de que la reacción con radicales OH constituye la principal vía de degradación de estos ésteres insaturados como se observa en la Tabla 2, las reacciones iniciadas por átomos de Cl podrían ser importantes e incluso hasta llegar a competir con las reacciones iniciadas por radicales OH en regiones costeras urbanizadas o zonas continentales donde la concentración de átomos de Cl es incrementada.

Los cortos tiempos de vida obtenidos para estas reacciones con radicales OH del orden de horas, sugieren que estos ésteres insaturados serán degradados en las cercanías de sus fuentes de emisión contribuyendo a la formación local de ozono y otros fotooxidantes constituyentes del "smog fotoquímico".

Los resultados experimentales del estudio de productos para las reacciones de estos compuestos ayudan a elucidar los mecanismos de degradación atmosférica de estos compuestos, donde se observa que el radical alcoxilo formado en estas reacciones puede seguir distintas vías de reacción con diferente importancia relativa. Entre estas vías se destacan la descomposición, la reacción con oxígeno y/o la isomerización.

En general las reacciones de estos ésteres insaturados con radical OH producen compuestos oxigenados polifuncionales como $\text{CH}_3\text{OC}(\text{O})\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$, $\text{CH}_3\text{OC}(\text{O})\text{C}(\text{O})\text{H}$, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OC}(\text{O})\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OC}(\text{O})\text{C}(\text{O})\text{H}$, $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OC}(\text{O})\text{H}$, $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OCH}_2\text{C}(\text{O})\text{H}$, entre otros, los cuales poseen menor reactividad hacia el radical OH que los ésteres insaturados correspondientes. Estos productos formados al estar más oxigenados son más solubles que los correspondientes ésteres, por lo que podrían ser incorporados en las nubes y gotas de agua llegando a la tierra por una deposición húmeda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. Hein, P. J. Crutzen, M. Heimann, *Global Biogeochem. Cycl.* 1997, 11, 43-76.
- [2] R. Atkinson, J. Arey. *Chem. Rev.* 2003, 103, 4605.
- [3] A. Mellouki, G. Le Bras, H. Sidebottom. *Chem. Rev.* 2003, 103, 5077-5096.
- [4] C. W. Spicer, E. G. Chapman, B. J. Finlayson-Pitts, R. A. Plastidge, J. M. Hubbe, J.D. Fast, C. M. Berkowitz, *Nature* 1998, 394, 353-356 .
- [5] J. A. Thornton, J. P. Kercher, T. P. Riedel, N. L. Wagner N.L., J. Cozic, J. S. Holloway, W. P. Dubé, G. M. Wolfe, P. K. Quinn, A. M. Middlebrook, B. Alexander, S. S. Brown. *Nature* 2010, 464, 271- 274.
- [6] M. B. Blanco, M. A. Teruel, *Atmos. Environ.* 2007, 4, 7330- 7338.
- [7] I. Barnes, K.H. Becker, N. Mihalopoulos, *J. Atmos. Chem.* 1994, 18, 267-289.
- [8] M. B .Blanco, R.A.Taccone, S.I. Lane, M.A.Teruel. *Chem. Phys. Lett.* 2006, 429, 389-394.
- [9] M. B .Blanco and M.A.Teruel. *J.Phys.Org. Chem.* 2008, 21, 397-401.
- [10] M. B .Blanco, I. Bejan, I. Barnes, P. Wiesen and M.A.Teruel. *J. Phys. Chem. A.* 2009, 113, 5958-5965.
- [11] M. B .Blanco, I. Bejan, I. Barnes, P. Wiesen and M.A. Teruel. *Atmos. Environ.* 2009, 43, 5996-6002.
- [12] M. A. Teruel, S. I. Lane, A. Mellouki, G. Solignac, G. Le Bras, *Atmos. Env.* 2006, 40, 3764-3772.
- [13] R. Atkinson, *Chem. Rev.* 1986, 86, 69- 201.
- [14] NIST-Chemical Kinetics Database on the Web - Standard Reference Database 17, Version 7.0 (Web Version), Release 1.6.3, Data Version 2011.06.
- [15] C. M. Butt, C. J. Young, S. A. Mabury, M. D. Hurley, T. J. Wallington, *J. Phys.Chem. A.* 2009, 113, 3155-3161.
- [16] S. Salgado; M. P. Gallego-Iniesta; M. P. Martín; A. Tapia; B. Cabañas. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2011, 18, 940-948.
- [17] K. Wang, M. Ge, W. Wang, *Atmos. Environ.* 2010, 44, 1847-1850.
- [18] F. Bernard, G. Eyglunent, V. Daele, A. Mellouki. *J. Phys. Chem. A* 2010, 114, 8376-8383.
- [19] Y. Gai, M. Ge, W. Wang. *Chem. Phys. Lett.* 2009, 473, 57-60.

Ate de guayaba bajo en calorías

María de la Concepción Calvo Carrillo^{1*}, Teresa Dejanira Soto C.,
Ma. Elena Carranco Jauregui¹, Lourdes Solano¹.

RESUMEN

Las ciencias actuales requieren de una relación multidisciplinaria que le dé validez a las complejas construcciones sobre los procesos que se realizan en la sociedad en un marco integral, de tal forma que se permita al alumno visualizar la aplicación y explicación de los fenómenos estudiados. Ante esta complejidad se considera necesario integrar los diversos saberes provenientes de todas las ciencias. Esta propuesta ha sido aplicada por diversos docentes-investigadores de la Ciencia de la Química de varios países. Las carreras de gastronomía han incorporado Química de alimentos y Nutrición en los planes de estudio. Sin embargo, hay una barrera en el alumno para su estudio por la complejidad entre la teoría y la realidad. El empleo de ejemplos sencillos y cotidianos ha abierto la puerta para fomentar una experiencia educativa entre la teoría y la práctica, así como para vincular áreas del conocimiento con el tema central facilitando el aprendizaje. Bajo esta perspectiva se presenta el reporte de investigación que tuvo como tema central la elaboración de un dulce

1- Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición S. Z., IVasco de Quiroga 15. Col. Sección XVI. Del. Tlalpan. México, D.F. C.P. 14000.
e-mail: concepción_calvo1@hotmail.com

típico mexicano con un aporte calórico bajo a través del uso de endulzantes bajos en calorías, mientras que el objetivo académico, plasmado en este documento, fue que, por medio de este ejemplo, se pudiese tener una visión integral de conocimientos que abordan aspectos botánicos y químicos de la materia prima empleada, la historia del dulce en México, ingredientes, accesorios y proceso de elaboración, cálculo de rendimiento, aporte calórico y las reacciones químicas que se generaron durante la elaboración del producto.

Palabras claves: Dulces artesanales mexicanos, pasta de frutas, ate, guayaba, isomalt, dulces bajos en calorías.

INTRODUCCIÓN

Con los avances tecnológicos que se han integrado en las diversas disciplinas del conocimiento, surge la necesidad de integrar la información generada, de tal forma que el alumno logre tener una visión integradora de los temas centrales de estudio.

Debido a la complejidad de las Ciencias Químicas, más la forma de los docentes de abordarla a nivel académico, se ha detectado una crisis en esta disciplina. De Jong (1) ha reportado que la enseñanza de la química, en los países europeos, se encuentra frente a una serie de dificultades, al grado que los alumnos de secundaria la consideran como una

disciplina tediosa y que conlleva una serie de dificultades que hacen difícil de entender los conceptos y las reglas fundamentales. La consecuencia ha sido que las carreras vinculadas con la Química ya no son seleccionadas. Raviolo y Martínez Aznar (2) realizaron una revisión sobre la forma de abordar el tema del equilibrio químico en publicaciones de 15 países. En su trabajo sistematizan y categorizan las dificultades que se dan al desarrollar el tema y sobre todo al tratar de aplicarlo en la realidad.

La propuesta elaborada y plasmada en publicaciones científicas ha sido emplear las actividades culinarias como medio para acercarse a la Química, de tal forma que la Cocina se convierta en un laboratorio de investigación (3) (4). Esto permitirá establecer relaciones multidisciplinarias que faciliten la construcción de procesos que de forma aislada no tienen un significado relevante, pero al ser manejadas de forma holística se establece una representación dinámica, compleja y heterogénea de un tema de estudio.

En la licenciatura de Gastronomía se ha incluido la materia de composición y propiedades de los alimentos que corresponde a los fundamentos de química de alimentos. Sin embargo, en muchos de los casos, los alumnos no tienen las bases necesarias para la materia y mucho menos el interés, ya que el motivo de elegir esta carrera radica en el hecho

de cocinar. De acuerdo con las nuevas tendencias académicas y la información publicada para mejorar el aprendizaje se indica que el estudiante tiene seis entradas al cerebro: ver, escuchar, probar, tocar, oler y hacer. Estas acciones se pueden ajustar a las actividades en cocina. Por lo que, a través de la elaboración de un platillo se pueden integrar conceptos de diversas disciplinas que den apoyo a la aplicación de la química de alimentos y por asociación el alumno podrá lograr el aprendizaje significativo (5), de tal forma que el sistema propuesto se vea como una unidad global organizada de interrelaciones entre elementos, acciones o individuos. De esta forma se estará contribuyendo a la socialización del conocimiento de la metodología científica y la formación de alumnos y docentes investigadores. Esta tendencia integradora, multidisciplinaria tiene su sustento teórico y metodológico con la teoría del aprendizaje propuesto por Morin (6). Esta perspectiva, específicamente para el caso de emplear la cocina como laboratorio y las actividades realizadas en ella como prácticas de laboratorio bajo la perspectiva de proyectos de investigación, permiten integrar información de otras áreas del conocimiento que le den al hecho de cocinar una perspectiva integradora única.

En la República Mexicana se ha presentado un incremento en el número de escuelas de Gastronomía, tanto a nivel técnico profesional como licenciatura. La parte central académica de éstas se encuentra en el aprendizaje de las técnicas culinarias, sin embargo el fundamento químico y su relación con la nutrición se han vuelto indispensables en los programas escolares. Pero a los alumnos de estas carreras estas materias no les interesan. Por lo que se presenta un reto para el docente buscar el mecanismo para vincular y enseñar los aspectos fisicoquímicos generados al preparar alimentos. La propuesta de Porro (7) sobre la motivación de los alumnos a temas de la química se puede realizar a través de la investigación para el desarrollo de proyectos y la divulgación científica de la información generada. En los trabajos publicados por Ortalli y Ricatti (8),

Sánchez (9), Pérez et al. (10), Petriella y Valzacchi (4) se vinculan la química y tecnología de alimentos a través del análisis de las actividades culinarias. A través de ejemplos culinarios de fácil acceso para el alumno la aplicación del conocimiento, que en teoría es complejo, se simplifica, se puede reproducir de forma sencilla y se produce una integración multidisciplinaria más fácil de aprender.

Siguiendo la propuesta de varios autores, se propone emplear como ejemplo la elaboración de un dulce de guayaba típico mexicano llamado Ate, para dar una visión integral que incluya los antecedentes históricos de los dulces mexicanos, aspectos botánicos de la fruta, composición química, el proceso de elaboración, las reacciones generadas y el cálculo energético. Aunado a la adecuación de la fórmula original para elaborar un dulce bajo en calorías. De la parte experimental del trabajo se concluye que al usar el isomalt como endulzante se logra disminuir el aporte calórico en un 40%.

Por lo que el objetivo de este trabajo, además de haber desarrollado un dulce típico mexicano llamado ate bajo en calorías, fue integrar información sobre los aspectos históricos, botánicos, nutricionales y químicos, de tal forma que se visualice la interacción de diversas áreas del conocimiento.

Este trabajo involucra una revisión bibliográfica relacionada con el Ate y el desarrollo de éste pero modificando el edulcorante de tal forma que se logre una reducción calórica, lo que permitiría ser consumido por personas con problemas de peso o metabolismo de glucosa.

MARCO TEÓRICO

Los dulces en Mesoamérica

En la época mesoamericana, en la cocina prehispánica, las frutas se consumían de diversas formas: frescas, combinadas con endulzantes naturales como la miel o mezcladas con semillas de ajonjolí o amaranto tostado (11).

En esa época los endulzantes empleados fueron la miel de abeja de los géneros *Melipona* spp y la *Trigona* spp, las hormigas meleras que recibían el

nombre en náhuatl de *necuaatzatl*, y la savia o aguamiel derivados de la cactáceas que incluyen la tuna (*Opuntia* spp) y las agaváceas (*Agave* spp), empleándose directamente o como melcochas (producto obtenido de la evaporación del aguamiel o del jugo de tuna). Cabe mencionar que los nombres en náhuatl de estos endulzantes eran: para la de abeja es *miahua menecuhli*, del maíz *ohua necuhli*, del maguey *menecuhli*, de las hormigas *necuanecuhli* y de tunas *nochnecuhli* (12).

Para 1493 Colón lleva la caña de azúcar a Cuba y promueve su cultivo, de tal forma que, en 1519, Hernán Cortés las trae a San Andrés Tuxtla creándose en 1528 el primer ingenio azucarero, posteriormente se estableció otro en el pueblo de Coyoacán, en Axomulco y en Tlatenango, en las afueras de lo que hoy se conoce como Cuernavaca. La importancia de estos ingenios radicó en la producción de edulcorantes con diferentes calidades que tuvieron un gran uso en el desarrollo de la dulcería conventual, así como el envío de éstos para España y resto de Europa.

La fusión de las dos culturas, la mesoamericana y la española, en el área de la dulcería permitió el desarrollo de diversos productos característicos de las diversas ciudades que conformaban la Nueva España. Es así como Guerrero Ferrer indica que esta fusión fue la responsable del dulce mestizo, el cual integró accesorios de cocina, procedimientos e ingredientes típicos de cada región del territorio novohispano. El resultado fue la creación de golosinas adecuadas para el gusto de los españoles y mestizos en primera instancia. Al paso del tiempo las recetas se fueron implementando en las casas de las clases sociales de bajos recursos. Zolla (12) indica que fue en el siglo XVI la producción de dulce se realizaba en cuatro ámbitos: por artesanos vinculados a la fabricación de conservas, los conventos de monjas, algunos cocineros y pequeños productores que ofrecían públicamente su mercancía. En los siglos XVII y XVIII los conventos de religiosas tuvieron un papel importante como lugares productores de dulces. Esta actividad constituyó una

fueron una fuente importante de ingresos que sirvió para complementar los gastos propios de la congregación. A las recetas tradicionales se integraban los ingredientes propios de cada región; de ahí surgen y desarrollan una gran variedad de dulces con características particulares, pero con una base similar.

Otra de las actividades realizadas por las monjas de algunos conventos era la educación de jovencitas de las familias con alto nivel económico. Dentro de su formación se incluía la culinaria, es decir, aprendían a realizar diversos dulces.

Los conventos tuvieron una gran influencia en los dulces mestizos. Con las guayabas se realizaron diversos dulces, en Baja California (Norte y Sur) se realizaban buñuelos, ates y rellenos para empanadas, en Durango ates, pero en esta zona se conocía como cajeta, en Sinaloa como relleno para empanadas, en Aguascalientes se hacían en almíbar, en San Luis Potosí se rellenaban tamales con esta fruta en almíbar, mientras que en Jalisco, Michoacán y Estado de México se elaboraban pulpa, rollos y mermeladas (12).

Ate o pasta de frutas

En la actualidad se asocia el dulce llamado ate con la ciudad de Morelia, Michoacán, en otras regiones se le llama cajeta o pasta de frutas. De acuerdo con Muñoz (13) este dulce es de origen árabe, de ahí paso a España y ellos lo llevaron a territorio novohispano. Las frutas que generalmente se utilizan para la elaboración de estos dulces eran la guayaba, membrillo, manzana y tejocote. De acuerdo con Curiel (14) las frutas ideales para elaborar ate son las que tienen un alto contenido de pectina (1%), ya que este polisacárido tiene la propiedad de formar geles en presencia de azúcar, aunado al contenido de ácidos que tienen un efecto en el pH de la pasta.

Generalidades de la fruta

La guayaba es la fruta de la familia Myrtaceae, especie *Psidium guajava* L. Puede ser redonda u ovalada, de entre tres y siete centímetros de diámetro; su cáscara amarillenta llega a tener puntos

café que van en aumento conforme va madurando. Su pulpa es blanca amarillenta, de textura suave y cremosa, con sabor dulce y muy aromático. Se pueden encontrar variedades cuyo centro es de color rosado. Posee las semillas en la parte interna de la fruta lo que permite el poder eliminarlas con mucha facilidad.

Al llegar los europeos a Mesoamérica encontraron que ésta, junto con otras más ya habían sido domesticadas por lo que su cultivo se realizaba de forma programada. Se empleaba como parte de la alimentación y como medicamento. En náhuatl se le denominaba *xalxocotl*, nombre que significa fruto arenoso, aunque la palabra guayaba o guava pro-

viene de la lengua taína del Caribe. Su origen no ha sido definido, sin embargo se considera que proviene de la América tropical donde todavía se le puede encontrar de forma silvestre.

Su consumo, en México, es directa como fruta, licuada con agua; industrialmente se emplea en la fabricación de frutas en almíbar, néctares y como parte de la dulcería típica de los estados de Morelia, Puebla, Tabasco, Campeche y Chiapas.

Nutricionalmente las guayabas son excelente fuente de hidratos de carbono digeribles como la sacarosa, glucosa y fructosa, y polisacáridos estructurales que conforman la fibra dietética como la pectina, celulosa y hemicelulosa. Exce-

Cuadro 1. Composición química de la guayaba.

Fración química	%	Fración química	mg/ 100g de muestra
Humedad	76.58	Minerales:	
Fibra dietética	5.6	Calcio	20
Hidratos de carbono	14.32	Fósforo	25
Proteínas	2.55	Hierro	0.26
Lípidos totales	0.95	Magnesio	10
Ac. Grasos saturados	0.17	Sodio	3
Ac. Grasos monoinsaturados	0.05	Potasio	284
Ac. Grasos poliinsaturados	0.18	Zinc	0.23
Vitaminas:	mg/100 g de muestra	Carotenoides:	mg/100g de muestra
Equivalentes de retinol	0.03	β -caroteno	4
Acido Ascórbico	228.3	Luteína	14
Tiamina	0.05		
Riboflavina	0.05		
Niacina	1.20		
Piridoxina	0.14		

lente fuente de potasio, ácido ascórbico y carotenoides. Su composición química se presenta en el cuadro 1 (15).

Geles

El ate o pasta de frutas se considera como un gel. Está formado por una red continua de macromoléculas (fase dispersa) interconectadas y entrelazadas en una estructura tridimensional en la que queda atrapada la fase continua, el agua, a través de puentes de hidrógeno. Los compuestos que forman geles de forma más rápida son aquellos que tienen grupos hidrofílicos que rápidamente atrapan a la fase continua. Éstos presentan varios grados de rigidez y elasticidad, por lo que pueden tener una estructura semisólida o sólida. Ejemplos de productos alimenticios que se consideran como geles son las natillas, gelatinas, jaleas de frutas, purés, queso, la bebida mexicana conocida como atole y, desde luego, los ates (16).

Componentes necesarios para formar un ate

La guayaba contiene un polisacárido de importancia en la formación del gel, este es la pectina. Se encuentra principalmente en la cáscara y semillas de la fruta, es un compuesto mucilaginoso que logra absorber cantidades significativas de agua. Químicamente está formado por unidades de ácidos α -galacturónicos parcialmente metilados o en forma de sal. La funcionalidad de la pectina depende de su peso molecular, grado de esterificación (es decir metilación), externamente se debe considerar el pH del sistema, las sales disueltas y la presencia de azúcares. Las pectinas de alto metoxilo, para gelificar, requieren de un pH de 2.0 a 3.5 y un 60-65% de sacarosa. Las uniones que se presentan entre ellas son débiles, los carboxilos están protonados y crean puentes de hidrógeno entre sí o con los hidroxilos de la pectina o de la sacarosa. La adición de azúcar favorecen las interacciones polisacárido-polisacárido de manera hidrófoba, de tal forma que se va formando una estructura tridimensional que rodea las moléculas de sacarosa altamente hidratadas.

A diferencia las pectinas de baja esterificación requieren de la presencia de iones de calcio y un pH de 2.8 a 6.5, de tal forma que los grupos carboxilo se ionizan y así establecer uniones iónicas con otras moléculas de pectina mediante el calcio ionizado (Ca^{+2}). Esta estructura es la base del gel. Los hidroxilos del ácido galacturónico, a través de los puentes de hidrógeno, retienen el agua.

Dentro de las diferencias entre los dos tipos de pectinas se encuentra el uso de sacarosa, en el primero es necesaria para formar el gel; mientras que en el segundo se puede reducir la cantidad a añadir ya que una pequeña cantidad ayuda a dar mayor rigidez al gel al favorecer la interacción entre el carboxilo y el calcio. Por lo que este grupo de pectinas se puede emplear en el desarrollo de dulces bajos en calorías para personas con dietas con bajo consumo de sacarosa empleando edulcorantes no calóricos para dar el sabor dulce (17).

Edulcorantes

El edulcorante o endulzante de mayor uso es el azúcar de caña, químicamente llamado sacarosa. Un gramo de este producto proporciona cuatro kcal/g o 16.72 kJ/g. Dentro de los sustitutos que se pueden emplear en la elaboración de dulces mexicanos se encuentra el isomalt. Es un edulcorante calórico ya que 1g de isomalt proporciona 2 kcal, sin embargo su poder endulzante es similar al perfil de la sacarosa. Se puede obtener de la sacarosa o de la remolacha azucarera a través de la acción de una enzima generando el compuesto químico isomaltulosa, se purifica por cristalización y se somete a hidrogenación a pH 6-8 utilizando un catalizador de níquel Raney. El isomalt es un polvo blanco, no es higroscópico, se funde con calor, no presenta el efecto "cooling" y es químicamente estable. Se considera adecuado para diabéticos, obesos y no produce caries.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Material

Báscula
Licuadora
Probeta o taza medidora

Colador
Potenciómetro o tiras para medir el pH
Ollas de preferencia de cobre
Pala, espátula
Molde de aluminio, acero inoxidable o silicón
Papel siliconado, estrella o encera-do

Materia prima

1.5 kg de guayabas
1 kg de azúcar
500 g de Isomalt
20 g de Pectina
5 g de Maltodextrinas
5 g de Ácido cítrico
Agua potable

1.- Procedimiento general de elaboración:

a) Ate de guayaba artesanal:

Lavar, desinfectar y cortar la fruta, moler hasta obtener un puré. Colar para retirar las semillas y pesar 500 g. Colocar el puré de guayaba en la olla, de preferencia de cobre, añadir 500 g de azúcar, mezclar y poner al fuego. Dejar en cocción a fuego moderado, mezclando continuamente, hasta que al mover la mezcla con la pala se pueda observar el fondo de cazo. Ya listo el gel se coloca en los moldes y se deja enfriar. Pesar el ate para realizar los cálculos de rendimiento y aporte calórico. Este dulce es compacto, elástico, brillante y se corta con facilidad.

b) Ate de guayaba con Isomalt

Antes de dar inicio a la elaboración del ate es conveniente preparar una solución de ácido cítrico al 1%, es decir, pesar 1 g de ácido cítrico y añadir 99 ml de agua potable.

Lavar, desinfectar y cortar la fruta, moler hasta obtener un puré. Colar para retirar las semillas, medir el pH de la mezcla y ajustarlo a 3.5 con la solución de ácido cítrico. Se emplearon 20 g de ésta solución. Pesar 500 g de este puré de guayaba en la olla, añadir 500 g de isomalt, 4 g de pectina, 4 g de maltodextrina y 500 ml de agua potable, mezclar perfectamente bien y poner al fuego. Dejar en cocción a fuego moderado,

a) Ate artesanal:			
Ingredientes	Peso (g)	kcal/g	kcal/total del ingrediente
Guayaba	500	0.56	280
Azúcar	500	4	2 000
Peso total	1 000		2280
b) Ate de guayaba con Isomalt:			
Ingredientes	Peso (g)	kcal/g	kcal/total del ingrediente
Guayabas	500	0.56	280
Isomalt	500	2	1000
Agua	500	0	0
Pectina	4	0	0
Maltodextrina	4	4	16
Solución de ácido cítrico	20	0	0
Peso total	1510		1296

mezclando continuamente, hasta que al mover la mezcla con la pala se pueda observar el fondo de cazo. Ya listo el gel se coloca en los moldes y se deja enfriar. Pesar el ate para realizar los cálculos de rendimiento y aporte calórico.

Este dulce es compacto, elástico, brillante y se corta con facilidad.

RESULTADOS

1.- Cálculo del rendimiento del dulce:

a) Ate artesanal:

La mezcla inicial tuvo un peso de 1000 g (Peso inicial), se sometió a cocción hasta lograr un gel. Se evaporó parte del agua del sistema, de tal forma que, al final, el dulce pesó 625 g (Peso final).

La fórmula empleada fue:

$\% \text{ Rendimiento de Producto} = (\text{Peso final}) / (\text{Peso inicial}) \times 100$

Sustituyendo los valores:

$\% \text{ Rendimiento de Producto} = (625 \text{ g}) / (1000 \text{ g}) \times 100 = 62.5\%$

Por lo tanto se tuvo una pérdida de 37.5%. Esta corresponde a la evaporación del agua.

b) Ate bajo en calorías:

Al sumar los ingredientes se obtuvo un peso de 1510 g (Peso inicial), la mezcla se calentó hasta obtener el gel. El peso de éste fue de 628 g (Peso final).

Empleando la fórmula del inciso anterior se obtiene:

$\% \text{ Rendimiento de Producto} = (628 \text{ g}) / (1510 \text{ g}) \times 100 = 41.59\%$, con una pérdida de agua por la cocción de 58.41%.

2. Cálculo del aporte energético

Para poder realizar este cálculo se emplearon los valores de energía reportados en kilocalorías de los ingredientes publicados en las tablas de composición química (15), con base en la cantidad empleada se realizó el cálculo, se sumaron los valores individuales y se relacionaron con el peso final del dulce. Por último se relacionaron los datos obtenidos para establecer el aporte calórico por 100 g de dulce.

a) Ate artesanal:

De un kilogramo de mezcla se obtuvieron 628 g de dulce, por lo tanto 100 g aportan 364.22 kcal.

b) Ate de guayaba con Isomalt:

628 g de ate elaborado con isomalt proporciona 1296 kcal, por lo que 100 g aportarán 206.37 kcal.

Por lo que si consideramos al ate tradicional como el patrón de referencia podemos decir que el que contiene isomalt fue del 56.66%, por lo que hubo una disminución del 43.33% de kcal.

Siendo la población objetivo los dia-

béticos el haber logrado sustituir total o parcialmente de las formulaciones la sacarosa de los dulces seleccionados es un buen logro. Sin embargo se ha considerado conveniente el poder determinar, a través del uso de las Tablas del valor nutritivo de los alimentos, el aporte energético (15). Desde luego estos valores son teóricos, lo ideal es que, posteriormente a nivel laboratorio, se determine el contenido calórico de éstos productos.

El consumir un ate de guayaba elaborado con Isomalt proporciona un 55.16% de calorías en relación con el dulce tradicional, por lo que hay una reducción calórica del 44.84% en relación al ate elaborado aplicando las formulaciones convencionales.

Al ate se le tuvo que adicionar pectina de bajo grado de metoxilo debido al problema que se presentó al reducir el contenido de sacarosa en la formulación. Sin embargo el producto obtenido, en buenas condiciones de almacenamiento, presentó las mismas características que el ate convencional.

Cabe mencionar que para convertir las kcal en kJ deberemos multiplicar el valor de las primeras por 4.18.

REACCIONES QUÍMICAS GENERADAS DURANTE LA ELABORACIÓN DEL DULCE

Las reacciones químicas que se presentaron al realizar el producto fueron:

Posteriormente a la mezcla de los ingredientes se sometió el puré de guayaba a tratamiento térmico. Esto tuvo como resultado la evaporación del agua, el desprendimiento de aromas y sabores dando como resultado el sabor característico de la guayaba cocida y por último al agregar la pectina se obtuvo la formación de la estructura denominada gel gracias a la pectina, sacarosa, glucosa y el pH adecuado.

Para formar pastas a base de frutas utilizando el isomalt se requiere de algún edulcorante que sea higroscópico para así evitar que el producto final se seque. Por lo que se debe considerar añadir glucosa para obtener un producto que, si se tiene que almacenar por más tiempo, mantenga las características sensoriales de fresca.

CONCLUSIONES

A través del uso de un edulcorante con bajo poder energético se logró realizar el Ate de guayaba con características sensoriales similares al dulce artesanal original. Este artículo se estructuró integrando la información vinculada con el tema proveniente de diversas áreas del conocimiento, por lo que se demuestra que la investigación puede ser un método eficaz para la construcción y transmisión de conocimientos bajo la perspectiva de la complejidad o contextos complejos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] O. De Jong, Enseñanza de las Ciencias. 1996, 14, 279-288.
- [2] A. Raviolo y M. Martínez-Aznar, Investigación Educativa 2003, 14(3), 60-66.
- [3] T.C. Mans, Memorias del IV Congreso Nacional de Ciencias de Tecnología de Alimentos 2007.
- [4] R.G. Petriella y A.E. Valzacchi, Química Viva 2011, 3, 243-252.
- [5] G. Dryden y J. Vos, La revolución del aprendizaje. 1a. Edición, Grupo Editorial Tomo, 2002, pág. 125-131.
- [6] E. Morin, Introducción al pensamiento complejo. www.fisica.ru/dfmg/teacher/archivos/Introd. (5-04-13).
- [7] S. Porro, Química Viva 2007, 6, 1-3.
- [8] A. Ortalli y J. Ricatti, Química Viva 2007, 6, 104-111.
- [9] M.A. Sánchez Guadix, Química Viva 2008, 1, 58-76.
- [10] F. Pérez, Y. Chacón, R. Torres, D. Gómez, I. Palma y J. Acosta, Química Viva 2012, 2, 129-143.
- [11] A. M. de Benítez, Cocina Prehispánica, 1ª. Edición, Euroamericanas, México, 2004, 100-101.
- [12] C. Zolla, Elogio del dulce. Ensayo sobre la dulcería mexicana, 1ª. Edición, Fondo de Cultura Económica, México, 1988, pág. 55, 149, 151-155, 188-206.
- [13] R. Muñoz Zurita, Diccionario Enciclopédico de Gastronomía Mexicana, 1ª. Edición, Clío, 2000, 46, 47, 226.
- [14] J. L. Curiel M., La Dulcería Mexicana. Historia, Ciencia y Tecnología, 1ª. Edición, Limusa, 2007, 163-164.
- [15] A. Ledesma, A. Chávez, E. Mendoza, C. Calvo., F. Pérez-Gil, Tablas de Composición Química de los Alimentos, 2ª. Edición, McGraw Hill, 2010.
- [16] J.G. Montejano, Estado de dispersión. En: S. Baduí (Ed.), Química de Alimentos, Pearson Educación, México, 2006.
- [17] M.C. Calvo, Sistemas de dispersión. En: E. Mendoza y C. Calvo (Ed.), Bromatología: Composición y propiedades de los alimentos, McGraw-Hill, México, 2010.

TENSIOACTIVOS
ECOLÓGICOS

PRODUCTOS QUÍMICOS
ESPECIALES (FINE CHEMICALS)



¡ ADIOS NONILFENOL !

Revista Industria y Química N° 361 - Abril 2010

NONISOL A65

- ▶ Polietoxi éster graso vegetal (noiónico)
- ▶ PRIMER REEMPLAZANTE ECOLÓGICO EN EL PAÍS - NO CONTIENE FENOL
- ▶ Propiedades y aplicación similar y/o mejor al nonilfenol oxietileno 10 M
- ▶ Solicitar Boletín Técnico N° 321 y asesoramiento a nuestro Departamento Técnico



Calle 39 (Ex. O. César) N° 1980 ▲ B1650LPN ▲ Villa Maipú ▲ San Martín ▲ Pcia. de Bs. As. ▲ Argentina
Tel / FAX : (+5411) 4755-5345 ▲ info@prosintex.com.ar ▲ www.prosintex.com.ar

Cazadores de energías renovables

Héctor José Fasoli

1. PRESENTACIÓN

La Argentina es un país extenso, despoblado y mal poblado. La última calificación, a nuestro juicio, es uno de los factores claves que atentan contra su desarrollo regional homogéneo y que estimula el avance de los grandes bolsos de pobreza que se establecen en los centros urbanos.[1]

Estudios sociopolíticos nos muestran que una causa determinante para una distribución poblacional más equitativa está en el acceso a la energía, el que a su vez depende de factores económicos donde el número de usuarios es determinante para la provisión del servicio. Esto genera una situación difícil de atender pero que puede resolverse si se logra la independencia energética individual y local mediante formas renovables de energía; ello permitirá avanzar hacia el sostenimiento energético independiente a nivel regional.[2]

Por otra parte, la capacidad de sostener energéticamente “puntos aislados” constituye una necesidad estratégica para el país: desde la custodia de las

Escuela Superior Técnica del Ejército “Grl D Manuel N Savio” (EST-IESE); Cabildo 15, (1426) Ciudad de Buenos Aires

Programa de Investigación Político Geográfico Patagónico (UCA); Alicia M. de Justo 1400, (1107) Ciudad de Buenos Aires

fronteras en la prevención del narcotráfico y el contrabando, hasta los reclamos soberanos en la Antártida, pasando por la protección de parques y reservas naturales, necesitan de formas autónomas de captación, almacenamiento y generación de energía.[3]

Estas pocas pero profundas razones justifican que se realice investigación y desarrollo en energías disponibles localmente y de manera accesible, las que además puedan ser rápidamente utilizadas con fines productivos o como servicio a organismos de control. Estas formas de energías deben ser, además, compatibles con ambientes, en general, fácilmente afectados por la intervención del hombre. Quienes trabajan en estos temas, combinando armónicamente los aspectos científicos, tecnológicos, ambientales y sociales se transforman, así, en verdaderos cazadores de energías renovables.

2. ENERGÍA BASADA EN EL HIDRÓGENO

El denominado vector hidrógeno constituye una posibilidad interesante sobre la que venimos trabajando desde hace más de una década [4]. Se trata de aprovechar una forma limpia y renovable de energía (por ejemplo la electricidad obtenida con generadores eólicos o con paneles solares fotovoltaicos) para obtener hidrógeno y oxígeno mediante la electrólisis del agua. Estos gases pue-

den almacenarse a presiones bajas y utilizarse para generar nuevamente electricidad mediante pilas a combustible. La Figura 1 muestra un esquema general del vector hidrógeno: la discontinuidad o fluctuación de la fuente de energía primaria (el viento no sopla todos los días y a la misma hora; luz solar hay solo de día) es regulada por el hidrógeno y el oxígeno almacenados, los que se recombinan a través de la pila a combustible para proporcionar energía eléctrica.

Una pila a combustible, como cualquier pila, es un dispositivo que transforma energía química en energía eléc-

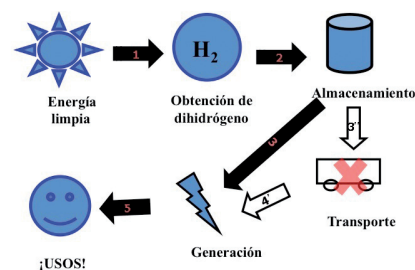


Figura 1. Esquema del vector hidrógeno. Una fuente renovable de energía (solar o eólica) genera electricidad (1) con la que se obtiene hidrógeno por electrólisis, el que luego (2) es almacenado y utilizado para generar electricidad (3) disponible para su uso (5). Eventualmente el hidrógeno almacenado puede transportarse lejos de la fuente de generación (3') y utilizarse (4').

trica. En las pilas convencionales las sustancias reaccionantes se encuentran contenidas en un blindaje dentro del cual se produce también la reacción que producirá electricidad. En una pila a combustible los reactivos (por ejemplo, hidrógeno y oxígeno) se encuentran almacenados fuera del dispositivo dentro del cual ocurre la transformación química que generará electricidad [5]: de esta manera, a igual energía producida, el dispositivo generador es mucho más pequeño y liviano que para pilas, baterías o acumuladores convencionales. Por otra parte, al no ser necesario almacenar las sustancias en el mismo lugar físico, puede aprovecharse mucho mejor el espacio disponible (esto es especialmente importante para sistemas de transporte). La Figura 2 (izquierda) muestra un esquema simplificado del funcionamiento de una pila a combustible; a su derecha se presenta una fotografía de dos baterías (stacks) de pilas a combustibles construida por nuestro grupo de investigación y desarrollo del Ministerio de Defensa.

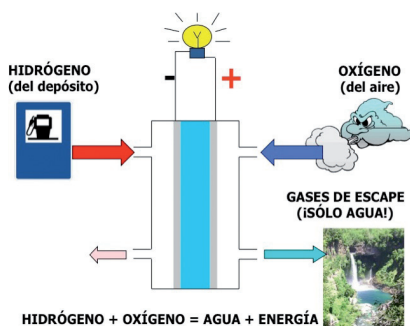
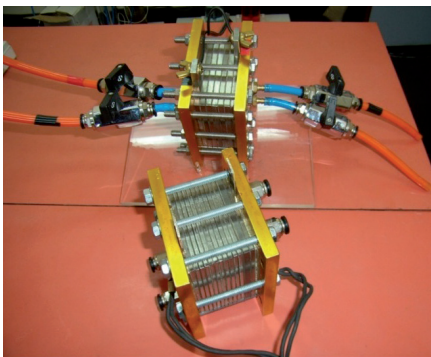


Figura 2. Esquema de funcionamiento de una pila a combustible (izquierda) y baterías de pilas a combustibles obtenidas por el grupo de la EST-CITEDEF.



Figura 3. A la izquierda, una de las cubiertas del rompehielos ARA Alte. Irizar repleto de combustible; a la derecha, el rompehielos antes de iniciar su viaje de la campaña antártica 2006-2007.



3. ENERGÍAS LIMPIAS Y SOBERANÍA

La Antártida es un continente destinado, por tratados internacionales, a fines pacíficos como la exploración e investigación con propósitos científicos [6]. Numerosos países mantienen, sin embargo, sus reclamos soberanos sobre el continente, entre ellos la Argentina, aunque toda decisión al respecto está suspendida. El apoyo logístico y humanitario que desde las bases antárticas se hacen a los grupos científicos nacionales y extranjeros deben realizarse dentro de marcos específicos donde la conservación ambiental juega un papel preponderante [6, 7].

Cada campaña antártica debe dotar a las bases de enormes cantidades de combustibles caros y contaminantes (como el gasoil antártico), que se trasladan desde el continente, se utilizan (es decir, se “queman” dejando sus residuos de dióxido de carbono, agua y humos de carbón); finalmente sus contenedores regresan al continente vacíos. La Figura 3 muestra una fotografía del rompehielos Almirante Irizar: se ve una de sus cubiertas repletas de tanques de combustible (la foto fue tomada al inicio de la campaña antártica 2006-2007; en su viaje de regreso a comienzos de 2007 el buque se incendió frente a la costa patagónica).

Desde 2006 el grupo de investigación y desarrollo de la Escuela Superior Técnica del Ejército (EST) y CITEDEF trabaja en cooperación con la Dirección Antártica de Ejército en formas renovables de energía en la Antártida. A partir

de enero de 2007 un sistema experimental de laboratorio energéticamente autónomo se encuentra en funcionamiento en la base Esperanza [8]: el propósito es someter las baterías a combustible -que son desarrolladas y construidas con tecnología y conocimiento totalmente nacionales- a ensayos de operación continua para probar la durabilidad de los materiales, el funcionamiento en condiciones inhóspitas y las dificultades de operación por personal con capacitación mínima. El sistema que se muestra en la Figura 4 ha estado en funcionamiento durante cuatro de las seis campañas antárticas entre fines de 2006 y 2012. La Figura 5 muestra algunas postales de la campaña realizada en febrero de 2011 por el autor de esta nota.

El objetivo a mediano plazo es conseguir alimentar energéticamente un refugio autónomo que pueda funcionar alejado de la base: primer paso para establecer bases “móviles” como ya tienen otros países y, además, para contribuir al empleo de fuentes de energía limpias e independientes del continente.

4. ENERGÍA, DESARROLLO Y POLÍTICA POBLACIONAL

Hacia finales de 2000 el Programa Patagónico (PIGPP) le solicitó al autor un estudio que contribuyera al diagnóstico sobre la tendencia a la despoblación de localidades patagónicas. Ese trabajo, además de dar origen a una interesante y fructífera colaboración interdisciplinaria sobre temáticas socio ambientales, permitió detectar al aislamiento energético como un factor determinante no solo

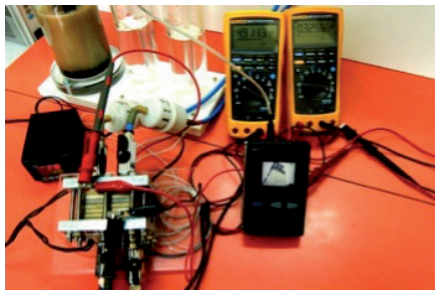
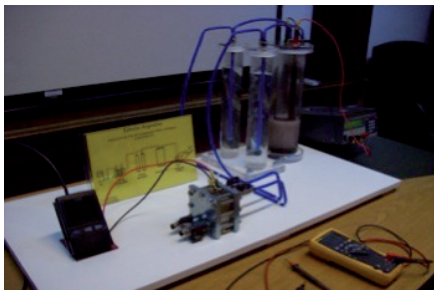


Figura 4. Sistema autónomo instalado en la base Esperanza. Está compuesto por un electrolizador, sistema de humidificación de gases y una batería de combustible que alimenta a un televisor portátil. La fotografía de la izquierda fue tomada en la Antártida. El equipo de la derecha es el mismo pero la fotografía fue tomada en el laboratorio de Buenos Aires.

de agua y sistemas de tratamiento electroquímico de efluentes de tecnología nacional [10]. Además hay un objetivo social adicional que a nuestro juicio es clave: que localidades patagónicas se asocien en cooperativas tecnológicas para fabricar un módulo específico del vector hidrógeno; esto ayudará a alcanzar el propósito poblacional mencionado y permitirá a los poblados-fábricas a trascender el ámbito regional para extenderse a la distribución nacional e internacional de tecnología para países emergentes.

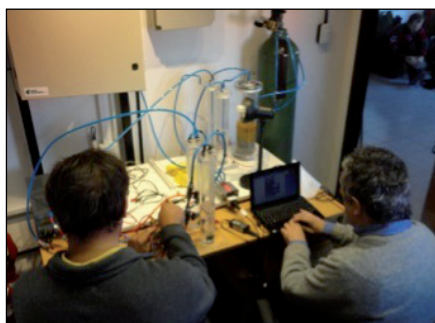
de la emigración sino como un obstáculo clave para una política poblacional que conduzca a una distribución demográfica más homogénea. Precisamente, uno de los proyectos más atractivos y desafiantes del PIGGP es el denominado "Volver a la Tierra". [9]

El diagnóstico llevó naturalmente al aprovechamiento de energía eólica y su acoplamiento en sistemas viento-hidrógeno. Nace así el Programa de Investigación y Desarrollo en Tecnologías

del Hidrógeno (conocido como Proyecto HACHE, Facultad de Ingeniería, UCA, 2003) cuyo propósito general inicial fue integrar los esfuerzos de equipos de investigación y desarrollo de diversas instituciones que permitan establecer en el menor tiempo posible un sistema autónomo basado en el vector hidrógeno. Los objetivos tecnológicos específicos son el desarrollo de aerogeneradores patagónicos de baja potencia (1 kW) e iniciar estudios sobre electrolizadores

En 2008 se presentó el primer proyecto tendiente a sostener energéticamente un punto aislado y mostrar sus implicancias sociales beneficiosas. Se propuso recuperar el patrimonio cultural de la reserva natural Cabo Blanco (provincia de Santa Cruz), sitio de significativo interés ecológico, histórico y antropológico. De esta manera se pensó en dar contención y esparcimiento a turistas locales y extranjeros que no disponen allí de servicios mínimos para acampar, pernoctar, o para pasar unas horas en contacto con la naturaleza.

Figuras 5. Postales antárticas. De izquierda a derecha: Desembarco en Esperanza, muelle al mar helado, trabajando en el Laboratorio Esperanza (LabES), mimos de una pareja de lobos marinos, Sanguinetti y Fasoli en la puerta del LabEs, marzo en la base Marambio.



Entre 2009 se realizó el relevamiento de flora y fauna y se propuso orientar el destino del lugar como un sitio para turismo cultural, de aventura y para dar alojamiento a las actividades de investigación que realizan varias universidades e institutos del país.[11]

En Cabo Blanco, donde funciona un faro centenario, quedan los restos de un pueblo que comenzó a desarrollarse a principios del siglo XX, a expensas de la explotación de la salina cercana [12], las únicas dos construcciones que permanecen en pie fueron vandalizadas y una de ellas (la antigua casa de madera y chapa del correo) fue incendiada hace un par de años. Este hecho significó que las autoridades municipales de Puerto Deseado y del Consejo Agrario de la provincia impulsaran las obras que en primera instancia consistieron en recuperar la casa del telegrafista (una construcción de piedra muy destruida interiormente), hacerla habitable y proveerla de electricidad mediante un generador eólico de 1 kW diseñado y construido por estudiantes de ingeniería de la UCA y de la UBA [13]. El apoyo de la Armada Argentina fue clave para los estudiantes y profesores que trabajan en el proyecto.

La “casa de piedra” funcionará

como vivienda del guarda fauna que cuidará del parque. Actualmente cuenta con comodidades para alojar a tres personas. Tiene servicios de electricidad y sanitarios, como así también agua caliente y gas envasado. Pretendemos que en menos de un año esta casa utilice hidrógeno como combustible almacenador de la energía eólica.

Finalizada esta obra durante la primera mitad de 2012, se inició la reconstrucción completa de la casa del telegrafista, que funcionará como albergue o refugio turístico. La fotografía de la Figura 6 muestra la casa de piedra, el aerogenerador Josh Aike que la sostiene energéticamente y la estructura de la casa del telegrafista.

Como resultado de toda esta actividad, sostenida por el impulso de jóvenes estudiantes y la orientación de unos pocos profesores, se constituyó la asociación civil Amigos de Cabo Blanco. A través de ella industriales, vecinos, comerciantes y funcionarios del gobierno de Puerto Deseado contribuyen con trabajo, herramientas y materiales para que el proyecto siga adelante. En octubre de este año, un viaje de estudios de estudiantes de un colegio secundario de la provincia de Buenos Aires, permitió identificar mediante cartelería muchos

de los sitios de interés histórico. El acontecimiento se celebró con un partido de rugby entre estudiantes de Puerto Deseado y el flamante (¿?) Cabo Blanco Pesca & Rugby Club. El acontecimiento reunió (probablemente por primera vez en su historia moderna) alrededor de 160 personas (¡!), apenas unos pocos menos que los doscientos habitantes que se establecieron en el lugar a principios de siglo XX.

Parte de esta historia puede seguirse a través de las redes sociales: (<https://www.facebook.com/AsociacionAmigos-DeCaboBlanco>).

5. EPÍLOGO

En un recuadro aparte se presentan a las instituciones que impulsan en forma independiente los proyectos que se mencionan en este artículo, como así también a los responsables de llevarlos adelante.

En tiempos en que se habla de trabajo multidisciplinario y de integración del conocimiento [14], parece evidente que lo presentado hasta aquí constituye un ejemplo claro de cómo a través de propuestas tecnológicas se puede dar solución a problemáticas sociales concretas [15]. Es que las demandas de la sociedad raramente se encasillan en disciplinas: las situaciones y problemas sociales, en ese sentido, son supra disciplinares. Y así como quienes se dedican a las disciplinas antropológicas (sociales y políticas) no pueden dar solución a problemas tecnológicos, quienes hacen ciencia y tecnología no pueden pretender con sus soluciones prácticas atender a necesidades esenciales que, en última instancia, nacen de lo profundo del alma de cada persona.

El autor de esta nota, quien trata de integrar (no siempre con éxito) la actividad científico-tecnológica con la aplicación social inmediata, se conmueve una vez más al poner por escrito estas vivencias que parecen que están impulsadas por el soplido constante del viento, como cuando mueve las aspas del molino que permitió que esta historia se vaya construyendo lenta pero inexorablemente...



Figuras 6. Figura 6. Cabo Blanco. Casa de Piedra alimentada por el aerogenerador Josh Aike y la estructura de la casa del guarda hilos incendiada hace dos años.

PERSONAS, INSTITUCIONES Y PROYECTOS		
Fasoli, Héctor	<i>Escuela Superior Técnica del Ejército</i>	<i>Pilas a combustible hidrógeno Proyecto Antártico</i>
	<i>Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería, UCA</i>	<i>Proyecto Cabo Blanco Proyecto HACHE</i>
Franco, Juan	<i>Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa</i>	<i>Pilas a combustible hidrógeno Proyecto Antártico</i>
Sanguinetti, Alfredo	<i>Escuela Superior Técnica del Ejército</i>	<i>Pilas a combustible hidrógeno Proyecto Antártico</i>
		<i>Proyecto Cabo Blanco Proyecto Volver a la Tierra Proyecto Tren Deseado</i>
Vallega, Alex	<i>Programa Patagónico, UCA</i>	

6. REFERENCIAS

[1] H.J. Fasoli, A.H. Vallega, M.F. De Lorenzo, M.M. Orfali, M.J. Lavorante y J.J. Franco; "Hidrógeno para el desarrollo de localidades aisladas energéticamente"; *Proceedings del 4º Encuentro Latinoamericano de Economía de la Energía*, publicación en versión electrónica, trabajo 286, (<http://aladee.org/elae2013/index.php>), 2013.

[2] A.H. Vallega, M.M. Orfali Fabre, M.F. De Lorenzo, M.J. Lavorante, H.J. Fasoli; "Proyecto HACHE. I: Energía para volver a la tierra". *Actas del Congreso Argentino "Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía" HYFUSEN*, 2007. Trabajo 16.7.

[3] J.J. Franco, M.F. Bustamante, I. Grossmann, M.J. Lavorante, M. Moreno, S. Villanueva, A. Sanguinetti y H.J. Fasoli; "Desarrollo y aplicaciones de Pilas de Combustión PEM a hidrógeno con tecnología argentina"; *Actas de las II Jornadas Iberoamericanas de Pilas de Combustible e Hidrógeno*. Centro Atómico Constituyentes, CNEA (Buenos Aires), 24-26 de julio, 2006.

[4] H.J. Fasoli y J. I. Franco; "Pilas de combustión PEM hidrógeno-aire: plan para el desarrollo energético individual", en *Hidrógeno y la energía del futuro* (R. Dubois, P. Perazzo y W. Triaca, editores), *Ac Nac Cs Ex Fis Nat y Ac Nac Ing, Serie de Publicaciones Nro. 1*, 2004, 97.

[5] K. Cordes y G. Gunter; "Fuel Cells and their applications", VCH Publishers, Nueva York, 1996, pp. 1-18.

[6] Dirección Nacional del Antártico (DNA), <http://www.dna.gov.ar/DIVULGAC/POLITICA.HTM>, última visita al sitio: 17/12/2013.

[7] DNA, <http://www.dna.gov.ar/DIVULGAC/PROTAMB.HTM>, última visita al sitio: 17/12/2013.

[8] J.J. Franco, A.R. Sanguinetti y H.J. Fasoli; "Funcionamiento y estabilidad en el tiempo de un sistema energético con pila de combustión pem y sus componentes periféricos", *Revista de 3Información Tecnológica (Chile)*, 21 (5), 125-133, 2010.

[9] A.H. Vallega; *Volver a la tierra*, Editorial Piedra Buena, Buenos Aires, 2007.

[10] M.J. Lavorante, J.H. Álvarez, C. Chantrill y H.J. Fasoli; "Aplicaciones ambientales de la electrocoagulación a escala de planta piloto", *Ciencia (ISSN 1668-2009)* 6, 21 (8), 39-47, 2011.

[11] J. Pagliaricci, C. Gronberger, E.I. Bean Vassallo, A. Vallega, M.F. De Lorenzo y H.J.; "Proyecto HACHE (parte IV). Energía y desarrollo: la reserva natural Cabo Blanco, Provincia de Santa Cruz", *HYFUSEN*, 2013. Trabajo 13-206.

[12] C. Santos, *Cabo Blanco: historia de un pueblo desaparecido*, Editorial Piedra Buena, Buenos Aires, 2010.

[13] E.I. Bean Vassallo J. Hawryluk, J.B. Nogal, M.H. Orbez, J.J. Ortega, M.M. Pontiggia y H.J. Fasoli; "Proyecto HACHE (parte V). Aerogenerador patagónico en la reserva natural autosustentable de Cabo Blanco", *HYFUSEN*, 2013. Trabajo 13-204.

[14] L. Fernández Ríos, "Interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento: ¿más allá de Bolonia?", *Innovación Educativa* 20, 2010, pp. 157-166.

[15] H. J. Fasoli, A.H. Vallega, M. F. De Lorenzo y M.J. Lavorante; "Experiencia Práctica de integración del saber entre ciencias fácticas y sociales: el Grupo Ambiental Patagónico, *Consonancias* (revista del Instituto para la Integración del Saber, UCA), 10 (36), 3-10, 2011.

Este artículo está basado en el seminario dictado por el autor en el Instituto "Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias" (CEFIEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, el 16 de octubre de 2013.

El oxígeno, producto de la electrólisis, podría utilizarse directamente del aire.

CITEDEF: Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa.

Nombre con el que es conocido el Programa de Investigación Geográfico Político Patagónico de la Facultad de Ciencias Sociales, Políticas y de la Comunicación de la Universidad Católica Argentina.

Colegio San Pablo de Bella Vista.



Consejo Profesional de Química

www.quimica.org.ar

CURSOS PRESENCIALES Y A DISTANCIA



ENSAYOS DE APTITUD

La Fundación Química Argentina promueve la excelencia mediante los ensayos de aptitud implementados por su comité de ensayos de aptitud.



*Nacimos en la
provincia*

*Crecimos en el
país*

*Llegamos a
América Latina*



FUNDACIÓN QUÍMICA ARGENTINA

www.fundacionquimica.org.ar

GADOR

COMPAÑÍA FARMACÉUTICA ARGENTINA

Investigación y desarrollo, producción y distribución de medicamentos de alta calidad para que la Argentina y el mundo cuenten con moléculas de última generación.

Un lema siempre vigente:

Al Cuidado de la Vida



Gador 
Al Cuidado de la Vida

<http://www.gador.com.ar>