

BOLETÍN de la SOCIEDAD QUÍMICA d e MÉXICO

ENERO-ABRIL, 2012

Bol. Soc. Quím. Méx, 2012, V6, N1



Bol. Soc. Quím. Méx, 2012, V6, N1 ISSN 1870-1809 México, D.F.

www.bsqm.org.mx

QUÍMICA de MÉXICO

(Bol. Soc. Quím. Méx.)

Contenido

Volumen 6, Núm. 1

Aplicación de un método electroquímico rápido para evaluar sistemas de recubrimiento con pigmento inhibidor	
José Luis Ramírez Reyes, José María Malo Tamayo y Jorge Uruchurtu Chavarín	1-7
Los primeros medicamentos químicos en México (1917-1940)	
Rogelio Godínez Reséndiz	8-14
Historia de la investigación de la radioactividad en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	
Silvia Bulbulian e Ignacio A. Rivero Espejel	15-26
El periplo de un documento novo hispano de Química del siglo XVIII	
Salvador Galindo y Diego Galindo	27-32
Comentarios sobre el libro <i>Química, Universo, Tierra y Vida</i> , de Alfonso Romo de Vivar y Guillermo Delgado. Fondo de Cultura Económica. 2011	
José Luis Mateos	33-35
Presentación del libro <i>Química, Universo, Tierra y Vida</i> , de Alfonso Romo de Vivar y Guillermo Delgado. Fondo de Cultura Económica. 2011	
Gabriel Cuevas	36-37

SOCIEDAD QUÍMICA de MÉXICO Barranca del Muerto 26 (Esq. Hércules) Col. Crédito Constructor Delegación Benito Juárez. México 03940, D. F.

Tel/Fax: 5662-6823 y 5622-6837 Email: soquimex@prodigy.net.mx

La Sociedad Química de México fue fundada en 1956 como una agrupación sin fines de lucro para promover el desarrollo de los profesionales y estudiantes de la química en las áreas educativa, investigación, servicios e industria, y para difundir el conocimiento de la química. La Sociedad Química de México organiza anualmente el Congreso Mexicano de Química y el Congreso Nacional de Educación Química, en los cuales se desarrollan diversas actividades de interés para los profesionales y estudiantes de las ciencias químicas. Asimismo, otorga anualmente los Premios Nacionales de Química Andrés Manuel del Río en las áreas de investigación, docencia, industria y desarrollo tecnológico. También otorga cada año los Premios Nacionales a las mejores tesis de Licenciatura, Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas. El Premio de la Sociedad Química de México en honor al Doctor Mario J. Molina a los profesionistas de las ciencias químicas, se otorga bianualmente. La Sociedad Química de México publica el Journal of the Mexican Chemical Society (J. Mex. Chem. Soc., antes Revista de la Sociedad Química de México) y el Boletín de la Sociedad Química de México (Bol. Soc. Quím. Méx.).

The Sociedad Química de México was founded in 1956 as a non-profit association to promote the development of the professionals and students of chemistry in education, research, services and industry, and for the diffusion of chemical knowledge. The Sociedad Química de México organizes annually the Mexican Congress of Chemistry and the National Congress of Chemical Education, that include activities of current interest for professionals and students of the chemical sciences. It grants annually the Andrés Manuel del Río National Awards of Chemistry in the areas of research, education, industry and technological development. It also grants each year the National Awards for the best Bachelor, Master and Doctoral thesis in Chemical Sciences. The Prize of the Mexican Chemical Society honoring Doctor Mario J. Molina to the Professionals in chemical sciences is awarded bianually. Sociedad Química de México publishes the Journal of the Mexican Chemical Society (J. Mex. Chem. Soc., former Revista de la Sociedad Química de México) and the Boletín de la Sociedad Química de México.

BOLETÍN de la SOCIEDAD QUÍMICA de MÉXICO (Bol. Soc. Quím. Méx.) ISSN 1870-1809

Boletín de la Sociedad Química de México (Bol. Soc. Quím. Méx.) publicación cuatrimestral. Editores responsables:

Guillermo Delgado Lamas Andoni Garritz Ruiz

D.R. © Sociedad Química de México, A.C. Se prohibe la reproducción o impresión parcial o total, sin la autorización por escrito del titular de los derechos.

Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor No. 04-2006-080909281200-106. Certificado de Licitud de Título (en trámite). Certificado de Licitud de Contenido (en trámite).

Editado y distribuido por la Sociedad Química de México, A.C. Barranca del Muerto 26 (esq. Hércules), Col. Crédito Constructor, Delegación Benito Juárez. C.P. 03940, México, D.F.

Tel/Fax: 5662-6823 y 5662-6837

Impreso en S y G editores Cuapinol 52, Pedregal de Santo Domingo, Coyoacán, 04369 México, D.F. Tels. 5617-5610.

Email: sygeditorespress@gmail.com

Aplicación de un método electroquímico rápido para evaluar sistemas de recubrimiento con pigmento inhibidor

José Luis Ramírez Reyes, ¹ José María Malo Tamayo² y Jorge Uruchurtu Chavarín³

- ¹ Instituto de Ingeniería, Universidad Veracruzana, SS. Juan Pablo II, s/n Zona Universitaria, Boca del Río 94294, Veracruz, México. luiramirez@uv.mx
- ² Instituto de Investigaciones Eléctricas, Av. Palmira s/n, Col. Palmira, Cuernavaca 62000, Morelos, México
- ³ Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicada, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Chamilpa, Morelos, México.

Abstract. The application of coatings for control the degradation of materials has been historically used since ancient civilizations, but usually the coating systems take a long time to show the physical evidence of corrosion on coated metals, so the evaluation of coating systems in a rapid way has been the goal of the experts and users through the time. The paint systems utilized for this study were two water base paints with differences in the inhibitor pigment content. The electrochemical techniques are useful for any corrosion research due the instantaneous characteristics of the electrochemical response. The electrochemical measurements here were made before and after the potentiostatic test using the electrochemical techniques Corrosion Potential, Linear Polarization Resistance and Electrochemical Impedance Spectroscopy. For the evaluation of the coated systems was utilized a degradation test in potentiostatic conditions named REAP (Rapid Electrochemical Assessment of Paints), in this electrochemical test the registered current during the potentiostatic conditions provide an excellent parameter for the qualification of paint systems, while a degradability parameter for the paint systems can be calculated from the LPR results.

Key words: Coating, Degradability Parameter, Inhibitor Pigment, Water Base Paint, REAP (Rapid Electrochemical Assessment of Paints).

Introducción

La tecnología de los recubrimientos anticorrosivos tiene un alto grado de avance en los últimos 50 años, sin embargo, todavía hay corrosión en los automóviles, dispositivos electrónicos, concreto reforzado y demás. Por lo que continúa la batalla contra la corrosión y se siguen buscando métodos y procedimientos que ayuden a descifrar la información de los sistemas metal-recubrimiento antes de que se apliquen en el campo. De acuerdo con Leidheiser [1] "la mayor dificultad para el diseño de un sistema de recubrimiento que proporcione protección a largo plazo a un sustrato metálico contra ambientes conocidos radica en la capacidad que se tenga para probar rápidamente una formulación de tal manera que reproduzca las condiciones de servicio", con ese fin se desarrollan las pruebas de control de calidad de corto plazo y las de larga duración pueden ser utilizadas para estudiar las diferencias entre los recubrimientos. La correlación entre el rendimiento anticorrosivo de los recubrimientos y sus propiedades eléctricas sirve para explorar diversos tipos de técnicas electroquímicas, a fin de comprender mejor la naturaleza protectora de los revestimientos y los procesos de interfase que se producen bajo la película [1-5].

Resumen. La aplicación de recubrimientos para el control de la degradación de materiales se ha usado históricamente desde las civilizaciones antiguas, pero por lo general los sistemas de recubrimiento tardan mucho para mostrar la evidencia física de corrosión en metales recubiertos, por lo que la evaluación de sistemas de recubrimiento de una manera rápida ha sido el objetivo de los expertos y usuarios a través del tiempo. Los sistemas de pintura utilizados para este trabajo fueron dos pinturas base agua con diferencias en el contenido de pigmento de inhibidor. Las técnicas electroquímicas son muy útiles para el estudio de la corrosión debido a las características instantáneas de la respuesta electroquímica del elemento sensor. Las mediciones electroquímicas se realizaron antes y después de una prueba catódica denominada prueba electroquímica de degradación rápida para evaluar pinturas (REAP) por sus siglas en inglés, utilizando las técnicas electroquímicas potencial de corrosión (Ecorr), la resistencia de polarización lineal (Rpl) y la espectroscopia de impedancia electroquímica (IE). Para la evaluación se registró la corriente registrada durante las condiciones potenciostáticas y que proporcionan un parámetro excelente para la calificación de sistemas de pintura, mientras que un parámetro de degradabilidad del recubrimiento durante la prueba REAP se puede obtener a partir de los resultados de Rpl.

Palabras clave: Parámetro de degradabilidad, pigmento inhibidor, pintura base agua, recubrimiento anticorrosivo.

Los métodos para producir desprendimiento catódico se han estudiado para diferentes ambientes [6, 11] y sustratos y existen varios métodos estandarizados desarrollados para aplicar específicamente a los sistemas con recubrimiento [2-4]. La prueba REAP produce un esfuerzo sobre el sistema de recubrimiento que busca las secciones de falla para desarrollar ampollamiento y simular las condiciones sin considerar los cambios en el mecanismo de falla. La prueba REAP ha sido desarrollada para aplicarse en combinación con los métodos electroquímicos y así evaluar la degradación de las propiedades del recubrimiento [7-10]. Las condiciones catódicas de la prueba producen un ambiente alcalino que tiende a desprender la película polimérica con el posible mecanismo de cualquiera de las reacciones (1) y (2) y propuesto en la literatura [1, 11], produciendo iones hidroxilos bajo la película y deteriorando su adhesividad por las condiciones alcalinas de la reacción catódica del oxígeno como se describe en las siguientes reacciones electroquímicas:

$$H_2O + \frac{1}{2}O_2 + 2e^- \rightarrow 2OH^-$$
 (1)
 $H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + OH^-$ (2)

$$H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + OH^-$$
 (2)

La técnica de impedancia electroquímica ha sido ampliamente utilizada para la evaluación de las propiedades de 2

recubrimientos en aplicaciones marinas, aviación, equipos industriales y exposición de la atmósfera debido a su versatilidad para dar resultados de los sistemas de recubrimientos que trabajan en condiciones agresivas.

Procedimiento experimental

Los sistemas de pinturas utilizados en este trabajo son base agua, conteniendo diferente pigmento y son conocidos como emulsión de látex. Las pinturas se fabrican con un copolímero de acrilato/estireno. Los pigmentos de inhibidor fueron SrCrO₄ para la muestra de pintura A y Zn₃ 2.nH₂O (PO₄) para la muestra B. Las muestras con recubrimiento fueron aplicadas con pincel en dos capas de 40 µm de película seca cada uno. Se usaron muestras de acero al carbón 1010 en laminillas de 2.5×7.5 centímetros y 0.85 mm de espesor, las cuales fueron pulidas hasta lija 800, secadas con acetona y guardadas en desecador hasta la aplicación de las pinturas. El área con recubrimiento de exposición fue equivalente a 5 cm² con una sección dañada en un área de 1 cm² producida por un bisturí. El electrolito utilizado fue una solución de NaCl 0.5 M en condiciones estáticas. Se utilizó un arreglo de tres electrodos para las mediciones electroquímicas y un equipo de cuatro canales de marca ACM Gill/AC Instruments, con un electrodo de referencia estándar de calomelanos (SCE) y un escudo de platino como electrodo auxiliar (ver figura 1). La prueba REAP se aplicó con un potencial catódico de -1050 mV añadidos al potencial de corrosión, durante la prueba se registró la corriente directa en mA/cm² durante 10⁴ s. Para evaluar la degradación del recubrimiento que produce la aplicación del método, se aplicaron las técnicas electroquímicas antes y después de la prueba REAP, midiendo el potencial de corrosión (Ecorr), la resistencia de polarización lineal (Rpl) y la impedancia electroquímica (IE), con la siguiente secuencia:

- 1. Ecorr por 5 min.
- 2. Rpl (+/- 15 mV a partir de Ecorr.)
- 3. EIS (\pm /- 10 mV a frecuencias de 10000 0.1 Hz)
- 4. Prueba REAP (-1050 mV + Ecorr por aproximadamente 2h 30 min)
- 5. Repetir los pasos del 1 al 3.
- 6. Fin de la prueba



Fig. 1. Instrumentación y celda electroquímica utilizada.

La degradabilidad que produce la prueba REAP, se calculó tomando los valores de la resistencia de polarización lineal (Rpl), en Ω -cm² antes y después de la prueba, haciendo uso de la siguiente expresión:

Degradabilidad (%) =
$$[((Rpl_1 - Rpl_2)/Rpl_1)] * 100$$
 [1]

Donde Rpl₁ es la resistencia de polarización al inicio de la inmersión y Rpl₂ es el valor de la resistencia de polarización al finalizar la prueba REAP.

Si los valores de la Prueba REAP resultan aceptables (sin ampollamiento o desprendimiento de la película de pintura, la prueba se podrá repetir las veces que sea necesaria, considerando el mismo valor inicial de Rpl₁ y sólo cambiando el valor final como Rpl₂, en tanto que el % de degradabilidad indicará el grado de deterioro del recubrimiento.

Finalmente, para los estudios de análisis de superficies se utilizó un microscopio electrónico de barrido (MEB) marca AMRAY modelo 1810 operado a 20 KV y acoplado a un sistema de microanálisis de energía dispersiva de rayos x (EDS).

Resultados y discusión

Los principales resultados obtenidos con la aplicación de la prueba REAP sobre el recubrimiento dañado artificialmente y muestras intactas se muestran en la tabla 1. Las curvas de la densidad de corriente se presentan en las figuras 2, 4 y 6, los diagramas de impedancia en las figuras 3 y 5 para la pintura A y en las figuras 7 y 8 para la pintura B respectivamente. Las muestras evaluadas se observan en las fotografías 1, 2 y 5 para la pintura A y 3, 4 y 6 para la pintura B.

El número total de pruebas que se aplicó a la muestra de pintura A fueron 3, en condiciones potenciostáticas entre –1540 y –1835 mV. La apariencia física de las muestras al final de la prueba en condiciones intactas y de falla artificial puede observarse en las fotografías de 1 y 2.

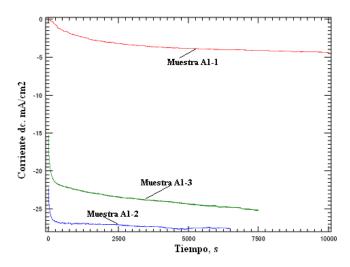


Fig. 2. Densidad de corriente generada durante la prueba REAP sobre la muestra de pintura con el pigmento A dañada artificialmente.

Tabla 1	Información	electroquímica	antes y después	s de la prueba REAP.

Muestra	Ecorr, mV		Ecorr, mV Rpl, Ω-cm ²	DC Av, mA/cm ²	Índice de	
	Antes	Después	Antes	Después		degradación %
A1-1 (Dañada)	-445		185474	800	-4	99,56
A1-2 (Dañada)	-910		5338	2000	-23	98,92
A1-3 (Dañada)	-970		1390	650	-27	99,65
A2-1 (Intacta)	117.3	-239	2.82×10^{8}	3.76×10^6	-1.5×10^{-4}	98,7
A2-2 (Intacta)	-55.8	-308	4.6×10^7	1.76×10^6	-3×10^{-4}	99,38
B-1 (Dañada)	-635		3151	43	-9.7	98,63
B2-1(Intacta)	100	-977	5.13×10^{8}	2789	-9.1×10^{-3}	99,9
B2-2(Intacta)	-472	-1160	8.9×10^3	6.4×10^{3}	-0.242	99,9

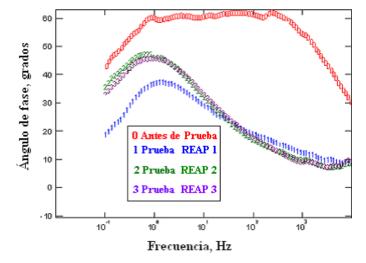
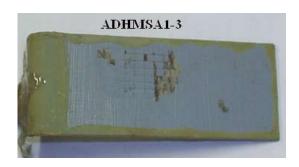


Fig. 3. Diagramas de Bode antes de la prueba REAP y pruebas subsiguientes sobre la muestra de pintura con pigmento A y daño artificial.



Fotografía 1. Zonas de ampollamiento sobre la película despegada al final de la prueba PEDR de la pintura con el pigmento A en condiciones de daño artificial.

A la muestra de pintura B se le aplicó una sola prueba REAP, en condiciones potenciostáticas a -1685 mV. El aspecto físico final de las muestras en condiciones de falla e intactas puede observarse en las fotografías de 3 y 4.

La pintura B dañada, muestra en la figura 6 un nivel de corriente de que es casi el doble de la pintura A dañada. Sin embargo, hay en la pintura B una respuesta inicial que se



Fotografía 2. No se produjo ampollamiento después de la prueba REAP sobre el recubrimiento de la pintura con el pigmento A en condiciones intactas.

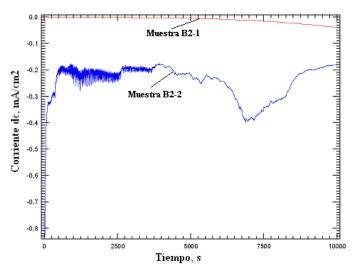


Fig. 4. Densidad de corriente sobre la muestra recubierta de pintura con el pigmento B en condiciones intactas.

puede atribuir al pigmento de zinc, el cual intentó proteger la sección dañada durante los primeros 500 s de la prueba, lo cual no se observó en la pintura A en la figura 2. En los diagramas de impedancia de la figura 7 se observa la degradación de la capa protectora inicialmente formada en la zona de la falla de la pintura B, por la disminución de la constante de tiempo (RC) correspondiente a la zona de alta frecuencia (100

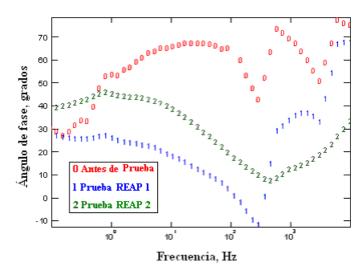


Fig. 5. Diagramas de Bode en ángulo de fase sobre muestra recubierta de pintura con pigmento A en condiciones intactas.

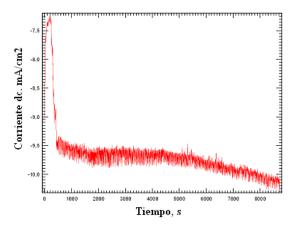


Fig. 6. Densidad de corriente generada durante la prueba REAP sobre la muestra de pintura con el pigmento B en condiciones de daño artificial.

a 10000 Hz) y un ligero incremento en la zona de activación por la transferencia electrónica correspondiente a la reacción catódica de corrosión por la respuesta en la media frecuencia (1 a 100 Hz). Al comparar la respuesta de impedancia con la de la pintura A dañada de la figura 3, se observa que la pintura B de la figura 7 presenta mas baja respuesta en el ángulo de fase correspondiente a la zona de alta frecuencia desde antes de la prueba REAP lo cual posiblemente la hace más vulnerable y menos resistente a las condiciones agresivas de la prueba REAP (ver fotografía 3).

La pintura B sin dañar muestra en la figura 4 un nivel de corriente de que 60 veces mayor que la pintura A intacta. Sin embargo, la integridad de la pintura B se deterioró mucho más en la segunda prueba, por lo que también se puede atribuir al pigmento de zinc, el cual intentó mantener las propiedades adhesivas durante la primera prueba REAP, pero no soportó una segunda prueba sobre la misma zona de exposición desarrollando ampollamiento como se puede observar en la

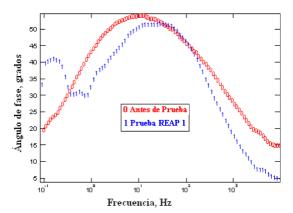


Fig. 7. Diagramas de Bode en ángulo de fase antes y después de la prueba REAP sobre la muestra de pintura con pigmento B en condiciones de daño artificial.

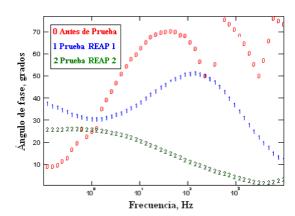


Fig. 8. Diagramas de Bode en ángulo de fase antes y después de la prueba REAP sobre la muestra de pintura con pigmento B en condiciones intactas.

fotografía 4. En los diagramas de impedancia de la figura 8 se observa la degradación de la capa protectora de la pintura B, por la desaparición de la constante de tiempo (RC) correspondiente a la capa de pintura y que normalmente aparece en la zona de alta frecuencia (100 a 10000 Hz), así como un incremento en la zona de activación por la transferencia electrónica de la reacción catódica según la respuesta en la media frecuencia (1 a 100 Hz). Al comparar la respuesta de impedancia con la de la pintura A sin dañar de la figura 5, se observa después de la primera prueba REAP hay una ligera modificación y que casi desaparece después de la tercera prueba REAP en la zona de alta frecuencia (100 a 10000 Hz), con la presencia de la constante de tiempo (RC) correspondiente a la capa de pintura en proceso de degradación. En cambio la pintura B de la figura 8 presentó muy alta degradación desde la primera prueba REAP lo cual indica que los compuestos de zinc en la pintura B producen una adhesividad menos resistente que aquellas mostradas por los compuestos que contienen cromo en la pintura A, a las condiciones agresivas de la prueba REAP.

De acuerdo con los resultados, la prueba REAP demostró ser un método útil para degradar en forma rápida las propieda-



Fotografía 3. Zonas de ampollamiento sobre la película despegada al final de la prueba REAP sobre la pintura con el pigmento B en condiciones de daño.



ADHMSB2-2

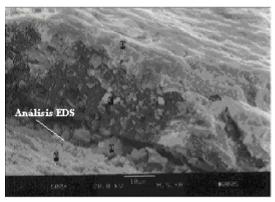
Fotografía 4. Zonas de ampollamiento producidas sobre la película al término de la prueba REAP sobre la pintura con el pigmento B en condiciones sin daño.

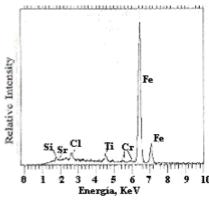
des adhesivas de los recubrimiento y las técnicas electroquímicas utilizadas para la evaluación de dichas propiedades son una potente herramienta, debido a la información proporcionada sobre el comportamiento bajo la película en la interfase metalpolímero. Debido a las condiciones alcalinas que produce la prueba REAP, se considera que ambos mecanismos catódicos ocurren, pero la limitación del O₂ con el tiempo, hace que el efecto más destructivo sea el que corresponde a la reacción (2) por la acción mecánica que produce el burbujeo [11] y dado que entre más catódica es la corriente generada se atribuye a la evolución de H₂.

La medición de la densidad de corriente es un parámetro muy útil para monitorear el nivel de degradación del sistema

de recubrimiento como una barrera hidrofóbica y el momento en que la reacción catódica destruye las propiedades de adhesividad. Con base en los niveles de la densidad de corriente se podría considerar que el sistema recubierto con el pigmento A (SrCrO₄) se comporta mucho mejor que la pintura con pigmento B (Zn₃ .nH₂O (PO₄)), en ambas condiciones intacta y dañado artificialmente. La principal diferencia encontrada en condiciones sin daño, es que el sistema con zinc desarrolló ampollas y el sistema con cromo no, sin embargo el índice de degradación mostró valores para un sistema altamente degradado en las propiedades resistivas del recubrimiento. Esto podría ser debido a las propiedades inhibidoras de los compuestos de cromo que se forman en el interfase metal-polímero. Esto se apoya al observar en los diagramas de impedancia, cómo las propiedades resistivas del recubrimiento en la alta frecuencia (100-10⁴ hertz) disminuyen considerablemente desde la primera prueba REAP, moviendo la respuesta capacitiva de la interfase formada hacia la zona media de frecuencias (1-100 hertz), donde se manifiesta el control por activación del proceso de corrosión por transferencia de carga. Dado que el proceso de corrosión es forzado por la reacción catódica de la prueba, se considera que la contribución por difusión no es un factor de control dominante.

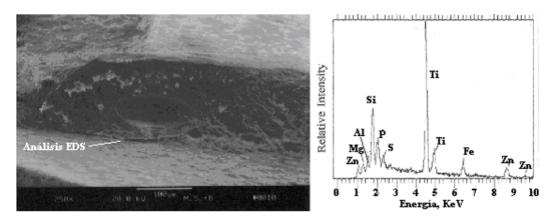
Trabajos anteriores sobre pinturas base agua mostraron diferencias en el comportamiento inhibidor de los pigmentos que actúan para controlar la reacción de oxígeno catódica [5], donde el Zn₃.nH₂O (PO₄) trabaja formando compuestos de fosfato de zinc con el sustrato metálico en la interface (véase foto 6 para pintura B) disminuyendo la llegada de O₂ para la reacción catódica al sustrato, en parte debido a la menor solubilidad de los compuestos del zinc que cubre el sustrato bajo la película (véase la fotografía 5 para la pintura A). En estudios con películas despegadas de fosfato de zinc se observó una tendencia inferior a la absorción de agua con el tiempo de inmersión, en comparación con las películas de SnCrO₄ [12]. Es posible que los efectos de la prueba REAP sobre las pinturas pigmentadas se aprovechen de la rigidez que presenta la baja solubilidad de los compuestos de zinc y que esta probablemente se incremente por la acción mixta de los procesos de osmosis por el paso de agua y daño mecánico por la presión de



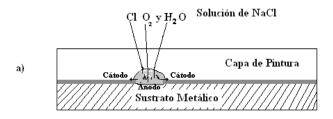


Fotografía 5. Micrografía mostrando la sección transversal de la pintura A, su espesor así como el análisis vía EDS en la interface metal-recubrimiento.





Fotografía 6. Micrografía de la sección transversal de la Pintura B, su espesor así como el análisis vía EDS en la interface metal-polímero.



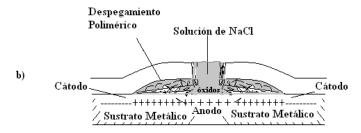


Fig. 9. a) Evaluación del sistema de recubrimiento en condiciones intactas y b) en condiciones de falla artificial.

formación de burbuja de gas bajo el recubrimiento causada por la polarización catódica de la prueba.

En la figura 9 se muestra en forma esquemática los mecanismos que están ocurriendo en la interfase metal polímero con el sistema a) para el recubrimiento intacto y b) para el recubrimiento con falla artificial. El % de degradabilidad de la prueba REAP podría ser una herramienta útil para la aplicación de recubrimientos de campo, debido a que está basado en las mediciones de Rpl, la cual es la más simple de las técnicas de electroquímicas y no es complicada su implementación con instrumentos portátiles y los resultados son de fácil interpretación. Si se utilizan los valores de resistencia de alta frecuencia en mediciones de impedancia para determinar el % de degradación, se podría utilizar para evaluar las propiedades de primarios, intermedios o enlaces y acabados superiores para los sistemas de recubrimiento, como los que se utilizan en la industria petrolera, torres de transmisión, tubos submarinos y enterrados.

Conclusiones

- La degradabilidad de la prueba REAP hace referencia a las propiedades de resistencia de los recubrimientos, pero no necesariamente implica la formación de ampollas. Significa que el sistema de recubrimiento podría ser degradado pero no necesariamente despegado del sustrato metálico y que el sistema de recubrimiento podría recuperar algunas de las propiedades adhesivas.
- 2. La prueba REAP busca cumplir como una técnica de degradación de sistemas de recubrimiento de respuesta rápida. No obstante, las condiciones alcalinas generadas por la reacción catódica sólo representan las condiciones de servicio real para los recubrimientos utilizados en sistemas de protección catódica. Los resultados muestran la prueba como un procedimiento útil para valorar las propiedades adhesivas en la interfase metal-recubrimientos, antes de que puedan deteriorarse en servicio, y sobre todo cuando hay diferencias mínimas entre los sistemas de recubrimiento como los pigmentos inhibidores que se utilizan para la protección de la corrosión de sustratos metálicos.

Referencias

- Leidheiser, H. Jr. Electrochemical Methods for Appraising Corrosion Protective Coatings. *Journal of Coatings Technology* 1991, 63, No. 802, November.
- NACE Standard RP0394-2002, Standard recommended application performance and quality control of plant applied fusion bonded Epoxy external pipe coating.
- ISO 15711:2003(E). Paint and Varnishes- Determination of resistance to Cathodic Disbonding of coatings exposed to sea water, Switzerland.
- 4. ASTM G95-87, Standard test method for Cathodic Disbonding test of pipeline coatings (Attached Cell Method). West Conshocken, P. A., ASTM 1998.
- Ramírez-Reyes, J. L., Electrochemical Studies on Inhibited Coatings. PhD thesis. 1994. UMIST Victorian Manchester University, U. K.

- Leidheiser, H. Jr.; Wang, W. Some Substrate and Environmental Influences on the Cathodic Delamination of Organic Coatings. *Journal of Coatings Technology* 1981, 53, No. 672, 77.
- Kendig, M.; Jeanjacket, S.; Brown, S.; Thomas, F. Rapid Electrochemical Assessment of Paint. *Journal of Coatings Technology* 1996, 68, No. 863, 39.
- Mattos, O. R.; Margarite, J.C.P. About Coatings and Cathodic Protection: Properties of Coatings Influencing Delamination and Cathodic Protection Criteria. *Electrochemical Acta* 2003, 44, 84.
- Bierwagen, G.; Tallman, D.; Li, J.; He, L. EIS studies of Coated Metals in Accelerated Exposure. *Progress in Organic Coatings* 2003, 46, 148.
- Loveday, D.; Peterson, P.; Rodgers, B. Evaluation of Organic Coatings with Electrochemical Impedance Spectroscopy: Protocols for testing Coatings with EIS. *Journal of Coatings Technology* 2005, No. 14, 22 (February).
- Cameron, K.; Wong, D.; Holub, J. Practical Analysis of Cathodic Disbondment Test Methods. *Corrosion* 2005, pp. No. 05029.
- Ramírez-Reyes, J. L., Utilidad de Parámetros Electroquímicos para evaluar recubrimientos anticorrosivos. XVI Congreso de la Sociedad Mexicana de Electroquímica 2001, Querétaro, México

Los primeros medicamentos químicos en México (1917-1940)

Rogelio Godínez Reséndiz

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, Coyoacán, México 04960, D.F. godinez unam@yahoo.com.mx

Resumen. A inicios del siglo XX, México atravesó por una etapa de transición en la cual tuvo lugar el abandono de la tradición local de extracción de principios activos de plantas medicinales, para dar paso a un nuevo modelo de producción de medicamentos basado en la síntesis orgánica de moléculas con efecto terapéutico. Este trabajo tiene como propósito analizar la introducción del medicamento químico en nuestro país, mediante el estudio de los primeros productos farmacéuticos que se fabricaron industrialmente en territorio mexicano. Se busca mostrar que durante el periodo posrevolucionario incidieron diversos factores que obstaculizaron el desarrollo de medicamentos en México, como la falta de políticas científicas por parte del gobierno y la apertura comercial de la nación con el extranjero.

Palabras clave: medicamento químico, industria farmacéutica, siglo XX, química medicinal, farmacia mexicana.

Introducción

A lo largo del siglo XIX, en Europa se lograron grandes avances en el campo de la química orgánica de aplicación medicinal. Las secuelas de la Revolución Industrial permitieron que la industria de extracción de alcaloides como la relativa a la síntesis orgánica de moléculas con efecto terapéutico alcanzaran un gran desarrollo en países como Alemania, Inglaterra, Suiza, Francia y posteriormente los Estados Unidos [1]. Estas naciones comenzarían entonces a dominar el proceso de industrialización farmacéutica en el mundo, mediante la elaboración de un nuevo producto que revolucionaría la Medicina y la Farmacia: el medicamento químico.

La llegada del medicamento químico a México tuvo lugar en la segunda mitad del siglo XIX, procedente de Europa y Estados Unidos. Sin embargo, sería hasta terminada la etapa bélica de la Revolución Mexicana en 1917, cuando la utilización de este medicamento alcanzó un auge impresionante en territorio nacional. En las primeras décadas del siglo XX, se vivió en nuestro país un periodo de transición en el cual tuvo lugar el abandono de la fórmula magistral preparada con plantas medicinales, y ocurrió el proceso de asimilación del nuevo medicamento fabricado por la industria químico-farmacéutica.*

En esta investigación se analiza la llegada del medicamento químico a México, a partir de la revisión de los primeros productos farmacéuticos que se fabricaron y comercializaron industrialmente en el país. La información presentada se obtuvo a partir del estudio de las principales revistas farmacéuticas Abstract. In the early 20th century, Mexico underwent a period of transition where it took place the abandonment of local tradition based in extracting bioactive ingredients from medicinal plants, to make way for a new model of drug production based in organic synthesis of molecules with therapeutic properties. The aim of this paper is analyze the arrival of chemical drugs to our country, by reviewing the first medicinal products prepared by pharmaceutical industry in Mexican territory. It is evidenced that during the post-revolutionary period certain factors hindered drug development in Mexico, such as lack of state science policies and the free trade with outside world. Key words: chemical drug, pharmaceutical industry, 20th century,

medicinal chemistry, mexican pharmacy.

de la época. Se pretende poner en evidencia que a pesar de la existencia de una gran cantidad de presentaciones medicinales en el mercado, el desarrollo de la química medicinal en la nación fue limitado o casi nulo durante el período posrevolucionario.

La revolución terapéutica mexicana

A principios del siglo XX, en México todavía estaba arraigado el modelo terapéutico español, heredado del Virreinato, basado en la utilización de las plantas medicinales en la confección de medicamentos, y en la exclusividad de la elaboración de los mismos por los farmacéuticos dentro de sus farmacias o boticas. Sin embargo, desde las últimas décadas del siglo XIX habían hecho su aparición nuevos medicamentos importados, fabricados en forma masiva por la industria, que poseían características muy diferentes a las de la fórmula magistral.

Estos medicamentos extranjeros llegaban ya envasados, tenían una dosificación incluida y eran de fácil administración. No obstante, su principal característica consistía en que eran productos químicos que se fabricaban a partir de la síntesis orgánica y el aislamiento de moléculas con propiedades medicinales. A este tipo de producto se le denominó como "medicamento químico" o "medicamento industrial", trayendo consigo una revolución terapéutica a nuestro país, es decir, una transformación radical en el tratamiento y prevención de las enfermedades.

Gradualmente, la generalización del medicamento químico en el mercado provocó la desaparición de las fórmulas magistrales preparadas por los farmacéuticos en las boticas, con la subsecuente modificación de la legislación farmacéutica para controlar la formulación y venta de los nuevos medicamentos. De igual forma, la transformación originada por el medicamento industrial ocasionó que el farmacéutico fuera

^{*} Nota editorial: El caso del "Laboratorio Químico Central" en México, productor de los medicamentos "Garcol" ha sido descrito previamente en el contexto de la industrialización químico-farmacéutica de México en la primera mitad del Siglo XX. Hersch Martínez, P. La industrialización químico-farmacéutica mexicana y la flora: el caso de los laboratorios Garcol. Bol. Soc. Quím. Méx. 2007, 1, 107-114.

prescindible en las farmacias. Esto provocó que los productos medicinales comenzaran a ser vendidos por personas que carecían de estudios profesionales.

La gran aceptación del público mexicano hacia el medicamento químico incitó que diversas compañías farmacéuticas europeas y norteamericanas comenzaran a instalarse en territorio nacional. Entre las primeras empresas farmacéuticas de capital extranjero que se establecieron en México a inicios del siglo XX se encontraban: la Compañía Medicinal "La Campana" (1917), Carlos Stein & Cía. (1919), Beick Félix & Cía. (1920), la Química Industrial Bayer, Wescott & Cía. (1921), The Sydney Ross Co. S.A. (1929), Laboratorios E. Merck (1930), Andrómaco (1931), Johnson & Johnson de México (1931), Chinoín (1932), Grupo Roussel (1933), Abbott Laboratorios de México S.A. (1934), Gedeon Richter (1934) y Bayer de México S.A. (1937) [2].

Ante el éxito de las compañías extranjeras, algunas farmacias mexicanas, dedicadas anteriormente sólo a la venta y producción de fórmulas magistrales, se convirtieron en pequeñas empresas productoras de medicamentos, sentando las bases de la industria farmacéutica de capital nacional. Entre los ejemplos representativos de establecimientos que se transformaron en laboratorios a principios del siglo XX, se encuentra la farmacia *Bustillos* (fundada en 1857) y la droguería de inmigrantes italianos *Grisi* (fundada en 1912), que se convertirían en los *Laboratorios Bustillos* y los *Laboratorios Grisi* respectivamente.

De igual forma, diversos empresarios mexicanos comenzaron a incursionar en la fabricación de medicamentos químicos o industriales. Entre los laboratorios farmacéuticos de capital mexicano con mayor relevancia se encontraban: la empresa Myn (1926), Laboratorios Manuell (1929), Laboratorios IFUSA (1930), Laboratorios Higia (1933), Laboratorios Terrier (1934), Laboratorio Reivillo (1934) y el Laboratorio Bioquímico Mexicano (1934) [2].

La producción, importación y comercialización de medicamentos químicos en México estaba en su auge en la tercera década del siglo XX. Para entonces, la industria farmacéutica había perdido el interés en la aplicación terapéutica de los extractos totales de plantas y la investigación se orientó hacia productos nuevos y rentables. La gran parte de las compañías surtían a las boticas, quienes paulatinamente fueron abandonando la realización de fórmulas magistrales para incorporar al producto industrial en la venta al público.



Fig. 1. La *Novalgina* fue uno de los primeros medicamentos analgésicos y antipiréticos que se vendieron en México.

Finalmente, el principal organismo sanitario de la época, el Departamento de Salubridad Pública, decidió reducir considerablemente el número de plantas medicinales en la Farmacopea mexicana. La edición de 1925 describía 620 productos de origen vegetal, mientras que para 1930 este documento sólo contaba con 132 (una disminución del 79%). A partir de entonces, la Farmacopea Nacional comenzó a mostrar una clara preferencia hacia los medicamentos sintetizados por la industria, cuyos componentes terapéuticos en concentraciones definidas los hacían más susceptibles al análisis, a diferencia de la complejidad de los productos naturales [3].

Los nuevos medicamentos químicos

La revolución terapéutica en el mundo de la Medicina y la Farmacia, dio lugar a la producción y manufactura de diversos tipos de productos farmacéuticos. El desarrollo de medicamentos mediante la investigación de nuevos fármacos, provocó que las compañías farmacéuticas ampliaran sus técnicas de producción y que manejaran desde medicinas denominadas "simples" hasta medicamentos de gran complejidad. En México, las distintas empresas productoras de medicamentos que iniciaron actividades a principios del siglo XX manejaban en su catálogo un gran número de presentaciones medicinales. Se estima que para 1937 estaban registrados en el Departamento de Salubridad Pública cerca de 21,000 productos farmacéuticos nacionales y extranjeros. A continuación se analizan algunas de las nuevas formas farmacéuticas que comercializaban las diversas empresas, cuya introducción y utilización desencadenó la adopción de nuevas tecnologías y métodos farmacéuticos por parte de la industria establecida.

La norteamericana *H.K. Mulford Company* comercializaba en México desde inicios de siglo un sinnúmero de presentaciones como: sales efervescentes, granulares, elíxires, jarabes, tabletillas hipodérmicas para uso humano y veterinario, tabletas comprimidas, tabletas-trituraciones, tabletas para dispensarios, pastillas medicadas comprimidas (lozenges), extractos fluidos blandos o secos, cápsulas elásticas blandas o duras (glóbulos o perlas), linimentos, sueros terapéuticos, serobacterinas, bacterinas, tuberculinas, reactivos para laboratorio, entre otras [4].

La distribuidora Sanborn Hnos. S.A. (establecida desde 1903) comercializaba en 1927 la crema dentífrica Colgate; las píldoras laxantes Fellows; el chicle laxante Feen-a-mint; la crema Hinds; el antiséptico y pasta dentífrica Listerine; las tabletas para adelgazar Marmola; los compuestos vegetales Pinkham; los cepillos Pro-phy-lac-tic; además de la Emulsión de Scott, entre otras presentaciones [5].

Entre los productos de los laboratorios mexicanos *Gardee* se distribuía la *Novalgina Valeriánica* para dolores de cabeza y muelas; el callicida *L' Ancien* en pasta y líquido; las tabletas *Novalgina* (combinación de ácido acetilsalicílico, acetil-paramidofenetol y cafeína) con efecto rápido y duradero (figura 1); el *Sedantol* con propiedades analgésicas y microbicidas y el *Purgolín*, chocolate purgante para niños [6].

La *U.S.A. Corporation* manufacturaba y distribuía en su sucursal de la Ciudad de México, el tónico *Cardui* para los achaques femeninos; la *Hepalina* (polvo vegetal) para el estreñimiento e indigestión; las píldoras *Foley* para el mal de riñones; el *Compuesto Foley* de miel y alquitrán para las toses rebeldes; la *Nervina del Dr. Miles* para trastornos y males nerviosos y las *píldoras contra-dolor del Dr. Miles* para toda dolencia física [7].

En 1929, el médico mexicano Ricardo Manuell y un grupo de empresarios fundan los *Laboratorios Manuell*. Entre las preparaciones "estrella" de los *Laboratorios Manuell* se encontraban la *Yodolactina* para la artereoesclerosis y tuberculosis; la *Bromolactina* para los estados neuróticos; el *Lactoyodirio* para la sífilis; el *Granulado Manuell* para la mala digestión; la *Quinquinina* como antipalúdico; el *Linimento guayacolado* en el reumatismo y dolores neurálgicos y la *Poción antisimbiótica* para el tratamiento de la gripe o influenza. Los folletos de estos productos se enviaban especialmente para ser leídos por médicos [8].

En 1933, Laboratorios Myn comienza a preparar sueros hematopoyéticos, para lo cual instaló una cuadra de caballos, saliendo al mercado el Equinoserum Myn. Después emprendería la elaboración de sueros plurihormonales extraídos de yeguas grávidas comenzando la comercialización del Gravidoserum Myn y de los sueros Antidiftéricos Myn, el suero Antitifoideo Polivalente Myn y el suero antialacrán. Posteriormente incrementó la producción de inyectables químicos con fórmulas originales como el Oro-Myn en suspensión oleosa y en solución acuosa; el Benzo-Myn para la benzoterapia intravenosa; la Calcicolina, la Guayacolina, el Salicilato de Sodio y por último el Gluco-Myn, que era una solución de gluconato de calcio al 15% [9].

La alemana *Bayer* comercializaba cerca de 143 productos farmacéuticos en 1937, entre ellos sus medicamentos más conocidos como la *Neomelubrina* (analgésico, antirreumático y antipirético), el *Prontosil* (una sulfonamida utilizada para tratar infecciones estreptocóccicas), la *Insulina Bayer*, el *Tónico Bayer* (a base de ácido fosfórico para tratar estados de debilidad, falta de apetito, enflaquecimiento, anemia, palidez),



Fig. 2. Elaboración del *Salvarsán* en Alemania. Este medicamento antisifilítico era importado a nuestro país por Bayer.

el conocido *Salvarsán* (para el tratamiento de la sífilis) (figura 2), además de su *Bayaspirina*, *Cafiaspirina* (figura 3) *y Fenaspirina* (esta última a base de fenacetina y ácido acetilsalicílico) (figura 4). También comercializaba sueros y vacunas como la anticarbunclosa, antibotulínica, antiescarlatinosa o antidisentérica [10].

La compañía estadounidense *Warner & Co.*, por medio de su sucursal *Compañía Medicinal La Campana*, vendía el *Linimento de Sloan* (analgésico), el *Ungüento de Sloan* para el tratamiento de los eccemas (afecciones de la piel), el *Hierro*



Fig. 3. La síntesis del ácido acetilsalicílico llevada a cabo en 1897 en Alemania permitió la llegada de la famosa *Cafiaspirina* al mercado mexicano.



Fig. 4. *Fenaspirina* de Bayer. La fenacetina (antipirético) era un componente usual en los primeros antigripales. En estas décadas, el paracetamol no se utilizaba por sus efectos adversos en el organismo.

Nuxado (tónico reconstituyente compuesto de hierro orgánico y glicerofosfatos), el *Stacomb* (un preparado para ¡mantener bien peinado el cabello!) y el *Agarol* (tónico correctivo intestinal, combinación de aceite mineral y Agar Agar) [11].

La filial de la alemana Schering, la Química Schering Mexicana, además de sus diversas presentaciones, contaba con 39 preparaciones originales comercializándose en México. Entre las más sobresalientes se encontraban el Arthigon, una de las primeras vacunas antigonocóccicas (para el tratamiento de la gonorrea) (figura 5); la Peteína, vacuna anticoqueluchosa específica (para tratar la tosferina) o el Uroselectan B, el primer medio de contraste de aplicación intravenosa para la exploración radiológica del riñón y vías urinarias. Schering también incursionaba en el campo de la hormonoterapia, comercializando en el país su Testoviron (propionato de testosterona), el Progynon (hormona folicular) o el Proluton (hormona del cuerpo lúteo) [12].

La empresa Fábrica de Productos Químicos y Farmacéuticos (Quimofarma), por medio de su distribuidora Beick Félix & Cía., comercializaba en México presentaciones como el Bilusan (preparado bismútico antimicrobiano para inyecciones intramusculares e intravenosas), el Heporal (para la hepatoterapia antianémica), el Nucleoprotin (solución estéril de caseína para la proteinoterapia no específica), el Carboval (adsorbente, antiséptico intestinal y antidiarreico), el Glucalín (glucosa y calcio para la terapéutica osmótica y para combatir la debilidad cardiaca), el Quindolor (inyección de quinina indolora) o el Quinofersan (grageas antipalúdicas) [13].

Los *Laboratorios Biológicos Nacionales*, especializados en vacunas, también por medio de *Beick Félix & Cía.*, comercializaban su *Placentol* (extracto humano placentario) para "prevenir y atenuar el sarampión" y la *Ducreytina* (vacuna antiestrepto-bacilar de Ducrey) para el tratamiento del chancro blando y sus complicaciones [14] (figura 6).

Los *Laboratorios Higia S.A.* (que exportaba sus productos a Colombia, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Nicaragua, Panamá y San Antonio, Texas), comercializaba diversas presentaciones con fórmulas sencillas como lecitinas, jarabes medicinales, vinos medicinales y granulados. Entre sus medicamentos más sobresalientes se encontraban el *Laxafruit* (zumos vegetales laxo-refrescantes), la *Hepatoquina* (grageas compuestas por clorhidrato de quinina y extracto de hígado para el tratamiento



Fig. 5. Arthigon de Schering. Las enfermedades venéreas como la gonorrea eran un problema de salud grave en México a inicios del siglo XX.



Fig. 6. La *Ducreytina* utilizaba el método de la "piretoterapia", que consistía en elevar la temperatura corporal para activar los mecanismos de defensa del organismo.



Fig. 7. *Hepatoquina* de Laboratorios Higia. El alcaloide quinina era incorporado a las formulaciones por sus propiedades antimaláricas.

de la malaria) (figura 7), la *Arsenolecitina* (lecitina de huevo y arsénico anhídrido), la *Ferrolecitina* (lecitina y cacodilato de hierro) y los jarabes medicinales de hemoglobina, quina y savia de pino marítimo [15].

La casa José E. Bustillos e Hijos recomendaba a los médicos que prescribieran productos nacionales, entre los cuales la empresa comercializaba: el jarabe Pectosan con fosfato de codeína como antitusivo; los confites Testofort que utilizaban estricnina y yohimbina como estimulante del sistema nervioso, excitante genital y muscular (figura 8); las pastillas Germethon (compuestas de oxicianuro de mercurio y sulfato de quina) como antiséptico vaginal (figura 9); las bujías Utergina para el tratamiento de la metritis de origen blenorrágico y las ampolletas Lue-thon que utilizaba el bismuto coloidal para el tratamiento de la sífilis [16] (figura 10).

La Casa Bezanilla promovía su Estomacurol, y aunque no mencionaba en su propaganda la composición del medicamento, señalaba que se utilizaba para tratar la hiperacidez gástrica, dispepsia hiperclorhídrica, úlcera gástrica, úlcera gastroduodenal, gastritis, gastroenteritis, diarreas e infecciones intestinales y de carácter biliar, afecciones del hígado y ciertas enfermedades de la nutrición, tales como el artritismo, la gota, la diabetes, la obesidad, reumatismo y otros muchos

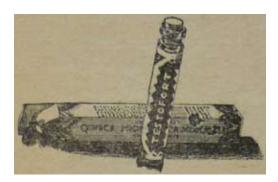


Fig. 8. Testofort. La estricnina era un componente usual en los medicamentos estimulantes del sistema nervioso.



Fig. 9. Cabe mencionar que antes de 1940 no existían los antibióticos, por lo que los compuestos a base de mercurio como el *Germe-thon* eran empleados para tratar diversas infecciones microbianas.

padecimientos en los que interviniera como factor causal una hiperacidez gástrica [17].

Por último, la húngara *Gedeon Richter S.A.*, especializada tanto en productos endocrinológicos como quimioterápicos, presentaba al público mexicano su *Bitestin* (testosterona testicular) para combatir la hipertrofia prostática, la impotencia y el desarrollo sexual insuficiente (figura 11); el *Uteritrin* (oxitocina) para acelerar el parto, la *Protamin-zinc-insulina* de acción duradera contra la diabetes y el *BI Richter* (antisifilítico de sal neutra de bismuto del ácido alfa-etil-n-caproico) de inyección indolora y de adecuada absorción en el organismo [18].

El desarrollo de la química medicinal: una utopía

Como se ha mostrado en el apartado anterior, a inicios del siglo XX ya podíamos encontrar en las farmacias nacionales distintos medicamentos que combatían un sinnúmero de enfermedades y aliviaban diversos síntomas, como: analgésicos, antigripales, tónicos fortificantes, sales digestivas, antiácidos, profilácticos, jarabes para la tos, productos de belleza, callicidas, laxantes, entre otros. De igual forma, también hallábamos productos de elaboración compleja como: medicamentos opoterápicos u hormonales, vacunas inmunizantes para diversos tipos de infecciones, complejos vitamínicos, sueros hematopoyéticos e incluso antimicrobianos en formas inyectables.

A pesar de la gran cantidad de presentaciones farmacéuticas en el mercado, el desarrollo de la química medicinal en



Fig. 10. *Lue-thon*. El bismuto coloidal también era utilizado para el tratamiento de la sífilis.



Fig. 11. *Bitestin Richter.* Los medicamentos hormonales u opoterápicos tenían un gran desarrollo en estos años.

nuestro país durante el periodo de 1917 a 1940 fue limitado o casi nulo. El incipiente crecimiento de esta área fue producto de diversos factores que actuaron de forma sinérgica en México y que obstaculizaron la investigación y producción de medicamentos nacionales. Entre estos factores se encontraban: 1) la apertura comercial de la nación con el extranjero; 2) la falta de políticas científicas por parte del Estado; 3) el desaprovechamiento de los recursos naturales nacionales; y 4) la preferencia del médico y el consumidor por el medicamento importado.

Después de la Revolución Mexicana, los gobiernos constitucionalistas buscaron reactivar la economía para sacar al país de las condiciones lamentables en las que se hallaba, mediante la implementación de una política industrial basada en la libertad de inversión y comercio con el exterior. Se negociaron medidas favorables con los capitalistas extranjeros para que instalaran sus empresas en el territorio nacional. Sin embargo, no se dictó al mismo tiempo un plan de desarrollo a largo plazo para las ramas productivas locales, más bien las disposiciones estatales sólo expusieron a las compañías de capital mexicano a la fuerte competencia con el extranjero. Al final, esto provocó que un gran número de presentaciones farmacéuticas originarias de Europa y Estados Unidos (donde se estaban realizando grandes avances en el campo de la química medicinal) llegaran al mercado mexicano y comenzaran a desplazar fácilmente a los pocos medicamentos nacionales [2].

La falta de investigación en materia de fármacos fue otro factor que impactó negativamente el nacimiento de la industria farmacéutica en nuestro país. Mientras que en estos años los gobiernos de los países avanzados impulsaron la formación científica del personal industrial, el incremento de la investigación aplicada y la cooperación entre universidades y empresas privadas [1], en México los gobiernos revolucionarios entre 1917 y 1934 se caracterizaron por la ausencia de políticas para la formación de investigadores y por el poco interés en la institucionalización del desarrollo científico y tecnológico. Esto ocasionó que la investigación nacional de medicamentos innovadores fuera muy escasa y se llevara a cabo principalmente en algunas empresas privadas que contaban con los recursos económicos necesarios. No obstante, conviene destacar la labor del Instituto de Higiene del Departamento de Salubridad Pública (de capital estatal) en la producción de vacunas y sueros para las campañas sanitarias federales, con lo que se logró reducir significativamente la importación de productos inmunizantes.

Asimismo, la industria mexicana de la época se distinguió por el desaprovechamiento de los recursos naturales nacionales. La mayor parte de las compañías farmacéuticas de capital nacional ignoraron la gran cantidad de flora medicinal que se encontraba en el territorio mexicano, de donde se podían obtener los principios activos que necesitaba la población [19]. Estas empresas prefirieron dedicarse a la importación de materias primas y al acondicionamiento de medicamentos, quizás considerando que la investigación científica era un lujo que pocas firmas podían darse. Lo anterior se demuestra en el Censo Industrial de 1935, que revela que la industria farmacéutica en México dependía del exterior para su producción, ya que poseía alrededor de \$ 2,416,744.00 pesos en material importado y sólo 898,534 pesos en material nacional [20]. Aunado a esto, existía la creencia del médico y del consumidor de que todo medicamento que llegaba del extranjero era de mayor calidad que su similar mexicano, dejándose llevar por el precio más alto y por la enorme comercialización.

Sería hasta la presidencia de Lázaro Cárdenas (1934-1940) cuando comienza a considerarse a la investigación científica como una "urgente necesidad nacional", por lo que se creó en 1935 el Consejo Nacional de la Educación Superior y de la Investigación Científica (CONESIC), que tendría como objetivo la creación de establecimientos de educación superior y de institutos de investigación. En sus primeros años, este Consejo comenzó a darse cuenta de que era tan poca la investigación que se realizaba en México y había tan pocos científicos confiables, que era necesario crear primero desde sus cimientos una planta de investigadores a partir de la cual se irían formando institutos de investigación dedicados a diferentes áreas [21].

Sin embargo, al final la influencia del CONESIC en el desarrollo de la investigación científica del país fue escasa, ya que diversos institutos de investigación fueron fundados por iniciativas del Estado o universidades y no por las decisiones del Consejo. Probablemente, la inestabilidad económica causada por la expropiación petrolera, la reforma agraria y el apoyo

al movimiento obrero, aunado a la falta de resultados provocó que el Consejo fuera derogado en 1938 por el mismo Cárdenas; no obstante, la creación de este organismo representa las primeras políticas del gobierno mexicano para la formación de investigadores. Además, estas disposiciones fueron pioneras en lo que respecta a esta materia en América Latina [21].

Finalmente, todos estos factores ocasionaron que la importación de productos farmacéuticos en México siguiera incrementándose de manera excesiva, a pesar de que nuestro país estaba dando los primeros pasos para la construcción de una industria farmacéutica propia. El valor promedio anual de la importación de medicamentos pasó de 8 millones de pesos en el periodo 1930-1934, a poco más de 20 millones de pesos entre 1935-1939 [22]. Asimismo, hacia 1940 las empresas farmacéuticas extranjeras y transnacionales ya dominaban el mercado mexicano: sus mayores capacidades tanto económicas como tecnológicas les brindaron condiciones ventajosas respecto a las empresas nacionales. Lamentablemente, la consolidación del capital extranjero en la industria del medicamento a la larga traería consecuencias desfavorables para este sector productivo en el país.

Fue a partir de los años cuarenta cuando se logró un mayor desarrollo de la química medicinal en México. El Estado comenzó a comprender la importancia de formar investigadores que ayudaran a resolver los problemas económicos y sociales de la nación por lo que creó diversos institutos y organismos federales cuyo objetivo era el impulso de la investigación científico-tecnológica. Para entonces, el medicamento químico era ya un producto esencial en las farmacias mexicanas, y sobre todo era considerado por muchos médicos y pacientes como la única opción eficaz de curación.

Conclusiones

Al comenzar su industrialización de forma tardía respecto a los países desarrollados, México tuvo que sortear desde finales del siglo XIX la importación excesiva de medicamentos procedentes de estas naciones, en tanto la industria local llegaba a ser productiva y competitiva por sí misma. Esto permitió que una gran cantidad de productos destinados a diversos fines terapéuticos llegaran a nuestro país poco tiempo después de que fueron desarrollados en Europa y Estados Unidos, trayendo consigo grandes benefícios a la población mexicana de la época.

Sin embargo, la llegada del medicamento químico no favoreció el desarrollo de la química medicinal en la nación. El escaso crecimiento de esta rama fue consecuencia de diversos factores nacionales e internacionales que incidieron en el México posrevolucionario y que se han puesto en evidencia en este trabajo. De igual forma, la industria farmacéutica de capital nacional creció lentamente durante este periodo. Los empresarios mexicanos apenas comenzaban a adquirir experiencia en el sector, lo cual sumado a la política de libre comercio con el exterior implementada por los primeros gobiernos revolucionarios y a la ausencia de un plan de desa-

rrollo a largo plazo para las compañías locales, permitió que las empresas farmacéuticas extranjeras dominaran desde un inicio al mercado mexicano.

Actualmente el medicamento químico es utilizado ampliamente por médicos y farmacéuticos. Al paso de los años, la regulación de los productos medicinales se ha vuelto más rígida en nuestro país lo cual ha permitido desarrollar medicamentos cada vez más seguros y eficaces. Desafortunadamente, al fabricarse en escalas industriales, el medicamento comenzó a considerarse con el tiempo como un "artículo comercial", perdiéndose la dosis individualizada y provocando que el paciente llegue a incurrir en la automedicación.

Es deber de los organismos reguladores y de los profesionales de la salud que el medicamento vuelva a ser visto como un producto terapéutico que requiere normas estrictas y especiales para su producción, comercialización, prescripción y dispensación. Todo esto con el objetivo de que el paciente pueda acceder a una atención farmacéutica de calidad a favor del mejoramiento de los servicios sanitarios y el bienestar general de la población.

Referencias

- Rodríguez Nozal, R.; González Bueno, A. Entre el arte y la técnica. Los orígenes de la fabricación industrial del medicamento.
 Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España.
 2005.
- Godínez Reséndiz, R.; Aceves Pastrana, P. "El surgimiento de la industria farmacéutica en México (1919-1937)". En: Historia de la Medicina en el siglo XXI: distintas voces. Martínez, X., Coord. Sociedad Mexicana de Historia y Filosofía de la Medicina, A.C. México. 2010. 161-174.
- Schifter Aceves, L.; Puerto Sarmiento, J.; Aceves Pastrana, P.
 "Las Farmacopeas de México y Estados Unidos en el nuevo milenio: paralelismos y divergencias". *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*. 2009; 75 (4): 923-946.
- 4. H.K. Mulford Company. Catálogo general: preparaciones farmacéuticas y productos biológicos. Filadelfia, USA. 1908. 30.
- Sanborn Hnos. S.A. "Mercancía acreditada que todo médico puede recomendar con confianza". Revista médico farmacéutica mexicana: órgano de los intereses farmacéuticos de México. 1927; 5(4): 33.
- Laboratorios Gardee. "Productos de los Laboratorios Gardee de México, Distrito Federal". Nuevas Ideas. Revista de la Asociación

- de Propietarios de Boticas y Farmacias de México. 1927; 2(18): 50.
- 7. U.S.A. Corporation. "Al comercio en drogas". Nuevas Ideas. Revista de la Asociación de Propietarios de Boticas y Farmacias de México. 1927; 2(20):8.
- 8. Manuell, R. E. *Almodrote de especies médicas: concatenadas con la producción quimioterápica de los Laboratorios Manuell, S.A.* Ed. El Progreso. México, **1940**, 4.
- 9. Laboratorios Myn. "Se inaugura el nuevo edificio de los Laboratorios Myn". Química y Farmacia. Órgano oficial de la Unión de Químico-Farmacéuticos y Farmacéuticos. Ed. La Unión, México. 1939; 5(21): 33-35.
- Bayer-Meister Lucius. Compendio Bayer 1937. Ed. Bayer. México. 193-. 110, 130, 142, 154, 168, 180.
- 11. Compañía Medicinal La Campana S.A. "Warner, productos de Ley". Nuevas Ideas. Revista de la Asociación de Propietarios de Boticas y Farmacias de México. 1927; 2(19): 61.
- Schering, A.G. (Berlín). Preparados originales. Ed. Química Schering Mexicana. México. 1941. 6,7, 10-15.
- Fábrica de Productos Químicos y Farmacéuticos. "Quimofarma".
 Esculapio. Beick Félix y Cía. Editorial La Cía. México. 1940.
 Octubre.
- Beick, Félix y Cía. "Laboratorios Biológicos Nacionales". *Esculapio. Beick Félix y Cía.* Editorial La Cía. México. 1940. 15 de abril.
- Laboratorios Higia. "Lista de especialidades de los Laboratorios Higia S.A.". Revista Higia: publicación mensual de los Laboratorios Higia. Ed. Laboratorios Higia. 1936. Abril.
- 16. José E. Bustillos e Hijos. "Productos". Química y Farmacia. Órgano oficial de la Unión de Químico-Farmacéuticos y Farmacéuticos. Ed. La Unión, México. 1937; 3(9).
- 17. Casa Bezanilla. "Estomacurol". Química y Farmacia. Órgano oficial de la Unión de Químico-Farmacéuticos y Farmacéuticos. Ed. La Unión, México. 1937; 3(9):14.
- 18. Gedeon Richter S.A. "Novedades Richter 1939". *Actualidades de endocrinología y quimioterapia*. Ed. Fábrica de Productos Químicos Gedeon Richter. México. **1940**; 3(1): 40-43.
- De Landero, C.F. "Consideraciones sobre industrias químicas que podrían implantarse en México". Boletín de Industria, Comercio y Trabajo. Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo. 1920; 4(4-6):147-160.
- Secretaría de Economía y Dirección General de Estadística.
 Resumen General del Censo Industrial de 1935. México. 1941.
 172.
- Casas Guerrero, R. El Estado y la política de la ciencia en México, 1935-1970. Cuadernos de Investigación Social; No. 11. UNAM. México. 1985. 29, 30.
- 22. Uribe Romo, E. "Nuevas perspectivas en el comercio internacional de medicinas a causa de la guerra". *Revista de Economía*. Ed. Secretaría de Economía Nacional. **1940**; 1(8): 37.

Historia de la investigación de la radioactividad en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Silvia Bulbulian¹ e Ignacio A. Rivero Espejel²

- ¹ Centro de Ciencia Aplicada y Desarrollo Tecnológico, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria. Coyoacán 04510. México, D. F.
- ² Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Departamento de Química. Carretera México Toluca S/N, La Marquesa, Ocoyoacac, México, D.F. C.P. 52750. iarivero@yahoo.com.mx

Abstract. The history of research on radioactivity in Mexico formally begins with the formation of a group of nuclear chemistry in 1965, in the facilities of Comisión Nacional de Energía Nuclear (National Nuclear Energy Commission) which would service Salazar Nuclear reactor installed in the State of Mexico. This group was led by Ing. Marcos Mazari, who was responsible for the installation of the particle accelerator. The second group of researchers led by Dr. Arnulfo Morales, installed nuclear reactor Triga III in 1966. On November 8th, 1969, the reactor launched operation, and the nuclear chemistry staff conducted the first experiment on radiation and radioactivation on January 23th, 1970. This group was led by Silvia Bulbulian, creating the chemistry department, which to date is in operation.

Keywords: Radioactivity, ININ, Department of Chemistry.

Introducción. Sobre la radiactividad

En 1896 el físico francés Henri Becquerel (1852-1908) descubrió la radiactividad, al estudiar a los minerales de uranio y darse cuenta que estos emiten radiaciones. Este hecho causó cambios significativos en el conocimiento de muchas disciplinas, entre otras, la física, química, medio ambiente, la salud, la biología, alimentos, industria, energía medicina nuclear y otras. Posteriormente Pierre (1859-1906) y Marie Curie (1867-1934) realizaron a finales del siglo XIX estudios sobre los minerales de uranio y torio que los condujeron al descubrimiento de dos elementos, el polonio y el radio. Estos elementos despertaron un gran interés por emitir radiaciones muy penetrantes, a semejanza del uranio y el torio. A esta propiedad del radio y otros elementos de emitir energía en forma de radiación al desintegrarse Marie Curie la denominó "radiactividad". El descubrimiento de la radiactividad y de los elementos radiactivos naturales en los últimos años del siglo XIX marcó el inicio de una serie de descubrimientos importantes que cambiaron completamente la idea que se tenía sobre la estructura de la materia.

En 1957 se fundó la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA por sus siglas en inglés) como respuesta a las interrogantes sobre el descubrimiento y el uso de la energía nuclear. El propósito de la agencia es desarrollar, vigilar y regular los usos de esta energía nuclear y el uso de los radionúclidos en el mundo. Entre algunos estudios que realiza se refieren a diversas técnicas y principios utilizados para medir las desintegraciones de los núcleos radiactivos y los tipos y las energías de radiación emanadas de los radionúclidos. La determinación de la velocidad de desintegración de los radio-

Resumen. La historia de la investigación sobre radioactividad en México formalmente inicia con la formación de un grupo de química nuclear en 1965 en el edificio de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) que daría servicios al reactor Nuclear de Salazar instalado en el Estado de México. Este grupo era dirigido por el Ing. Marcos Mazari, encargándose de la instalación del acelerador de partículas. El segundo grupo de investigadores dirigido por el Dr. Arnulfo Morales, en 1966, instalaron el reactor nuclear Triga III. El 8 de noviembre de 1969 se puso en operación el reactor y el personal de química nuclear realizó el primer experimento de radiación y radioactivación en este reactor el 23 de enero de 1970. El grupo estaba dirigido por Silvia Bulbulian, creándose el departamento de química, que hasta la fecha está en operación.

Palabras Clave: Radioactividad, ININ, Departamento de Química.

núclidos provee una medida cuantitativa de la cantidad de radionúclido en la muestra. La actividad de los radionúclidos se cuantificó en un principio en unidades denominadas curies o becquereles.

La medida de la actividad de los radionúclidos es de gran interés para las personas que trabajan varias disciplinas. Esto incluye a científicos, ingenieros, físicos, médicos y técnicos cuyo trabajo incluye la preparación, utilización o desecho de materiales radiactivos y la medida de la radiactividad en el ambiente. Entre éstos se encuentran personas trabajando en los campos de la radiofarmacia, medicina nuclear, análisis clínicos, investigaciones científicas, aplicaciones industriales, salud, energía nuclear, para mencionar sólo algunas aplicaciones.

Antecedentes del ININ

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), realiza investigación y desarrollo en el área de ciencia y tecnología nuclear y proporciona diversos servicios especializados.

Iniciemos con el personaje central sobre la radiactividad, ésta es Marie Curie, científica francesa de origen polaco. Ella vendió mesotorio encapsulado en 10 agujas de platino al Dr. Labastida en México (Fig. 1). Este material fue utilizado para fines médicos, específicamente para implantarlo en tumores.

En la Comisión Nuclear de Seguridad Nuclear y Salvaguarda (CNSNS) se conserva el certificado original de venta de este material. Después de muchos años ese material fue resguardado en el Centro Nuclear de México, en el Departamento de Desechos Radiactivos cuyo jefe es el Dr. Juan

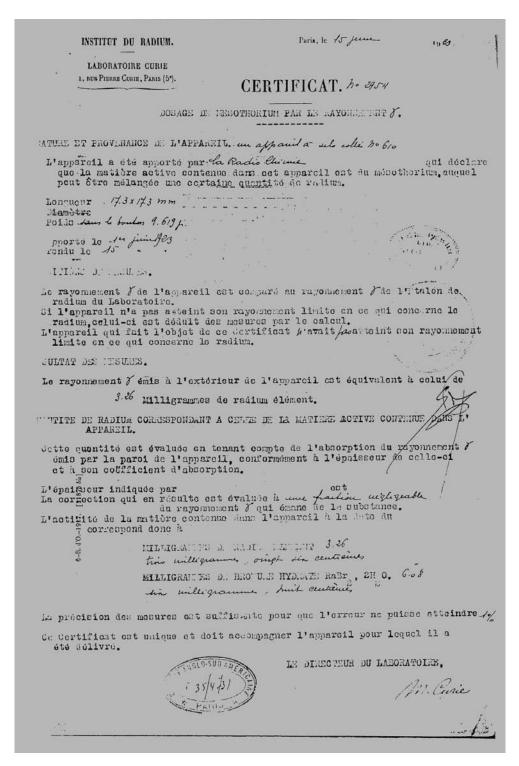


Fig. 1. Certificado de compra de la primera fuente radiactiva en México.

Jiménez Domínguez. Las fuentes radiactivas se depositaron en un pozo profundo del centro de almacenamiento de desechos radiactivos (CADER) y la caja fuerte se almacenó en el mismo CADER. Posteriormente, en la década de los años 40, el Hospital General recibió 1.5 g de ²²⁶Ra, donado por el *Memorial Hospital* de Nueva York, para ser empleado como una planta de radón y preparar agujas con este isótopo.

Dr. Manuel Sandoval Vallarta (1899-1977)

Durante la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) el Dr. Manuel Sandoval Vallarta, distinguido científico mexicano que laboró en el Instituto Tecnológico de Massachusetts en Cambridge, Estados Unidos del 1923 a 1946, realizó varias estancias en México entre 1943 y 1946, para finalmente radi-



Fig. 2. El Dr. J. Jiménez mostrando la caja fuerte en la que estuvo almacenada la fuente radiactiva.

car en México de manera permanente. Esto último fue debido a dos razones fundamentales, una de ellas era que no estaba dispuesto a cambiar de nacionalidad que le requerían en los E. U. y la segunda, muy importante para él, era contribuir al desarrollo científico en México. En 1942, se fundó, durante la presidencia del Gral. Manuel Ávila Camacho, la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC), cuyo presidente era precisamente el Dr. Sandoval Vallarta. Esta institución se transformó en 1950 al Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC), antecedente del actual CONACYT, el cual se creó en 1970.

En su artículo publicado en la revista Naturaleza de 1973, el Dr. Sandoval Vallarta, hablando de la CICIC dice: "Tenía un programa demasiado ambicioso; decir que tenía recursos sumamente limitados, es exagerar muchísimo, pues en realidad no tenía recursos. Hacer programas cuando no hay recursos es hacerse ilusiones". Esos comentarios muestran los problemas que tenía esa institución para desarrollarse. La CICIC no tuvo muy buen éxito, pero por lo menos llamó la atención del Gobierno de México hacia la importancia de los problemas científicos, de las aplicaciones de la ciencia y de la técnica al desarrollo económico y social del país.

El primer laboratorio para investigar la radiactividad se formó en 1943 por iniciativa de Sandoval Vallarta, con el propósito específico de desarrollar la química, la mineralogía y las aplicaciones de los minerales radiactivos de México. Una de las primeras tareas de la CICIC fue la de hacer un inventario de minerales radiactivos en el país, el cual se empezó a realizar probablemente en 1944 en el CICIC. Los laboratorios de radiactividad y el catálogo de minerales radiactivos quedaron bajo la responsabilidad de Sandoval Vallarta. En esa época el



Fig. 3. Dr. Manuel Sandoval Vallarta.

Dr. Nabor Carrillo Flores quedó como jefe del laboratorio de mecánica de suelos.

Dr. Nabor Carrillo Flores (1911-1967)

En agosto de 1945 la energía nuclear pasó a ser del dominio público como consecuencia de las terribles explosiones atómicas en las ciudades de Hiroshima y Nagasaki. El Dr. Nabor Carrillo Flores fue un distinguido científico (hijo del célebre músico Julián Carrillo, 1875-1965) que entre numerosas responsabilidades que asumió se incluye la de representante de México en la prueba atómica realizada por los Estados Unidos en el atolón de Bikini, en el Océano Pacífico, en 1946. Fue asesor de la delegación Mexicana en la Comisión de Energía



Fig. 4. Dr. Nabor Carrillo Flores (1911-1967).

Atómica de las Naciones Unidas para el uso pacífico de la energía atómica.

Posteriormente Nabor Carrillo fue Rector de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) de 1953 a 1961, durante el período en que ésta tuvo un notable crecimiento. Era firme, enérgico y decidido; le tocó mudar la Universidad a su nueva casa en Ciudad Universitaria y resolver los numerosos problemas que esto implicó. La vieja Universidad, por siglos repartida en numerosos locales separados, debía convivir bajo un mismo techo. Influyó para que muchos estudiantes prometedores e ingenieros jóvenes se especializaran en mecánica de suelos y tuvo éxito en la obtención de apoyo financiero para la investigación en dicho campo. A sus esfuerzos se debe básicamente que México haya alcanzado su actual posición eminente en la mecánica de suelos teórica y aplicada. Asimismo fue muy estimado tanto por el presidente Adolfo Ruiz Cortines (1890-1973) como por el presidente Adolfo López Mateos (1910-1969), con quienes tomó decisiones muy importantes durante sus gestiones.

Nabor Carrillo viajaba mucho, no solamente para cumplir con los compromisos de la UNAM sino porque además impartía conferencias y clases. Gustaba de las artes, particularmente de la pintura, la escultura, el canto y la música. Integrando las áreas de la ingeniería, la energía nuclear y la mecánica de suelos, tuvo la visión de soluciones extraordinarias para dos grandes problemas que afectan a la Ciudad de México: el insuficiente abastecimiento de agua potable y el continuo hundimiento de la Ciudad. Al dejar la Universidad, concluida su labor en la rectoría, Nabor Carrillo volvió a la cátedra y a la investigación, especializándose en el estudio de la energía Nuclear. Fue designado Vocal Ejecutivo de la Comisión Nacional de Energía Nuclear.

Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN)

Desde el descubrimiento de los depósitos radiactivos en el noroeste de México se había hecho necesaria la creación de nuevos laboratorios en el país para el estudio de los minerales radiactivos. El Dr. Manuel Sandoval Vallarta estaba muy interesado en la lluvia radiactiva, y encontró que el nivel radiactivo normal en la ciudad de México, debido a la radiación cósmica, era elevado. Este aumento lo interpretó, como el resultado del paso de nubes radiactivas sobre nuestra capital y dedicó atención a estos problemas desde el año 1954.

El 31 de diciembre de 1955 el Gobierno Mexicano expidió la ley constitutiva de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN). Este ordenamiento entró en vigencia el primero de enero de 1956. Sin embargo, la Comisión comenzó a trabajar en los últimos meses de 1956 y con mayor intensidad desde el primer semestre de 1957. Esta institución desarrolló dos actividades principales: 1) Un programa de entrenamiento sobre técnicas con radioisótopos e instrumentación nuclear y 2) La creación de programas especializados y laboratorios

Entre otros, los proyectos de lo CNEN se relacionaban con la exploración y extracción de uranio, aplicaciones de los



Fig. 5. En la primera fila el Lic. José María Ortiz Tirado (6) acompañado por los Dres. Alberto Barajas (3), Carlos Graeff Fernández (4), Nabor Carrillo Flores (5), Quím. Ninfa Guerrero (8) y otras personalidades de la CNEN.

radionúclidos, seguridad radiológica, patrones radiactivos, dilución de radioisótopos, usos pacíficos de las radiaciones, radiación electromagnética, física de plasmas y física de reactores. La recién formada Comisión Nacional de Energía Nuclear fue encabezada por las personalidades que se mencionan a continuación. El Lic. José M. Ortiz Tirado, como Presidente, el Dr. Nabor Carrillo Flores y el Dr. Manuel Sandoval Vallarta como Vocales Miembros de la Comisión, el Dr. Alberto Barajas, como Presidente del Consejo Consultivo y el Dr. Fernando Alba Andrade, Ing. Eduardo Díaz Lozada, Dr. Carlos Graef Fernández, M. C. José Mireles Malpica y el Ing. Jorge Suárez Díaz como miembros del Consejo Consultivo. En la Secretaría General el Lic. Salvador Cardona, en la Dirección de Relaciones el Sr. Tomás Gurza y en la Subdirección el Lic. Andrés Lozana. Como bibliotecario el Profesor Pedro Zamora.

Los investigadores del Instituto de Física de la UNAM fueron pieza fundamental en la formación de grupos científicos de la Comisión Nacional de Energía Nuclear. Asesoraron a los grupos de científicos en la formación de físicos, químicos e ingenieros para prepararlos para las labores que requería la nueva institución. De esa manera formaron personal de alto nivel el cual a su vez formó grupos en la Institución continuando con las labores de investigación básica, aplicada y servicios relacionados con la Energía Nuclear. Científicos muy importantes, entre otros, en el área de Química Nuclear, fueron el Ing. Marcos Mazari, el Dr. Alfonso Mondragón, el Dr. Marcos Moshinski, el Ing. Tomás Brody.

Estudios sobre la lluvia radiactiva

Como se mencionó anteriormente, el tema de la energía nuclear pasó a ser del dominio público debido a las explosiones en Hiroshima y Nagasaki. En 1946, el Comité Científico para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas de las Naciones Unidas elaboró un plan de acción en todo el mundo. Nuestro país estuvo representado en esas sesiones por tres mexicanos, entre ellos el Dr. Fernando Alba Andrade en ese entonces, director del Instituto de Física de la UNAM y después, en 1971, director del INEN.

Como una consecuencia, ese Comité incluyó en sus trabajos el estudio de la lluvia radiactiva debida a las pruebas nucleares y recomendó a los países miembros de las Naciones Unidas (ONU) lo siguiente:

- Determinar la actividad β artificial, precipitada por unidad de área, y la actividad total acumulada en la superficie de la tierra.
- 2. Determinar las concentraciones de ⁹⁰Sr y ¹³⁷Cs.
- Finalmente estudiar métodos de recolección y estimación de la lluvia radiactiva.

Estos estudios se iniciaron en el Instituto de Física de la UNAM, por contrato entre esta institución y la entonces Comisión Nacional de Energía Nuclear. El jefe del proyecto del estudio de la lluvia radiactiva fue el Ing. Tomás Brody (1922-1988), del Instituto de Física de la UNAM (IFUNAM).

La CNEN subvencionaba investigaciones llevadas a cabo en laboratorios ya existentes y había establecido otros propios para ramas especiales de la ciencia, como por ejemplo, la radiactividad y la mecánica de suelos.

En esa época era importante conocer la radiactividad atmosférica, incluyendo la debida a causas naturales, la radiación cósmica y la radiactividad natural del ambiente y se hizo hincapié en la producida por las explosiones de bombas atómicas

Las medidas de precipitación radiactiva se efectuaban en nuestro país bajo la dirección del Dr. Sandoval Vallarta, desde que se fundó la CICIC y después se continuaron en el INIC. El método que se utilizaba en un principio era con contadores Geiger, que revelaba inmediatamente los aumentos de la radiación, pero era incapaz de identificar los radisótopos que originaban dicho aumento. En el IFUNAM, en colaboración con la CNEN, las medidas se iniciaron desde mayo de 1956



Fig. 6. Ing. Tomás Brody (1922-1988).

empleando hojas de papel engomado y superficies libres de agua, ya que era el método recomendado por el comité científico para el estudio de los efectos de las radiaciones atómicas de las Naciones Unidas. Así fue como se iniciaron estos estudios en el Instituto de Física de la UNAM por contrato entre esa institución y la entonces CNEN. El jefe del proyecto del estudio de la lluvia radiactiva fue el Ing. Tomás Brody quien trabajaba tanto en la CNEN como en el IFUNAM.

En los inicios, la CNEN contaba con un reducido número de personas, entre las que destacaban, en puestos administrativos y jurídicos, personal proveniente de la Secretaría de Relaciones Exteriores. Es difícil abarcar la historia de todos los fundadores, por lo que solo se mencionan en este trabajo algunos de los científicos que participaron desde esa época y que permitieron realizar el trabajo que llevamos a cabo en el Departamento de Química del ahora ININ.

Entre otros, los proyectos de lo CNEN se relacionaban con la exploración y extracción de uranio, aplicaciones de los



Fig. 7. Ing. Tomás Brody, Dr. Fernando Alba Andrade y el Dr. Glenn T. Seaborg.



Fig. 8. Ing. Química Adelaida Palacios.

radionúclidos, seguridad radiológica, patrones radiactivos, dilución de radionúclidos, efectos genéticos de las radiaciones, radiación electromagnética, física de plasmas y física de reactores. En septiembre de 1957 la Ing. Química Adelaida Palacios, se incorporó al Instituto de Física de la UNAM invitada por Tomás Brody. Ella inició los trabajos radioquímicos en México.

Su principal interés estaba en la separación del ⁹⁰Sr contenido en la leche y en otros materiales orgánicos. Como resultado de esas investigaciones se publicó en la *Revista Mexicana de Física* el primer artículo de radioquímica en México, cuya portada se muestra en la figura 9.

Un año después se unió al grupo del Instituto de Física de la UNAM una segunda radioquímica, Ana María Martínez, querida amiga y compañera del ININ.

Desafortunadamente, Adelaida Palacios murió en 1959, sólo dos años después de haber iniciado sus investigaciones. "Sus colegas perdieron en ella una colaboradora de excep-

METODOS DE DETERMINACION DEL ESTRONCIO 90 +

Adelaida Palacios, T. A. Brody, Ana María Martínez Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México (Recibido: 14 febrero 1959)

RESUMEN

Two methods of radiochemical separation of strontium 90 in picocurie concentrations are described. One is based on classical analytical methods and requires a considerable number of different steps. The other gives a much simpler procedure by use of a chromatographic column. In the latter Dowex 50 type cation exchange resin is employed, and the eluting agent is 1.2M ammonium lactate at pH 5.5. This separates both the alkaline earths and yttrium, avoiding the need for two successive yttrium milkings.

Methods of sample preparation are discussed, and a brief note on counting arrangements is given.

Fig. 9. Resumen del primer artículo publicado sobre la radioquímica del estroncio 90 (*Revista Mexicana de Física*).



Fig. 10. M. en C. Ana María Martínez Leal.

cional categoría y capacidad profesional y de gran espíritu de cooperación". Éste es sólo una de los enunciados de la esquela funeraria que publicó la Sociedad Mexicana de Física en su revista y que se muestra a continuación.

Como resultado de las investigaciones iniciadas por Adelaida Palacios se publicaron, además del artículo mostrado, los siguientes:

"Tercer informe sobre los estudios de la precipitación radiactiva", T. A. Brody, F. Alba, R. Cameras, A. Palacios, G. Rickards, A. Tejera y E. de Velarde. *Rev. Mex. Fis.* VII (1), 1958, 1-25.

"Cuarto informe sobre estudios de la precipitación radiactiva" F. Alba, T. A. Brody, A. Palacios, G. Rickards, E. G. de Velarde, A. M. Martínez. *Rev. Mex. Fís.* VIII (1), 1959, 61-85.

Quinto informe sobre estudios de precipitación radiactiva. T. A. Brody, S. Bulbulian, J. Calvillo, A. M. Martínez.

En 1961 se creó el Laboratorio de Dilución de Radioisótopos en la CNEN. Este grupo estuvo dirigido en un principio por el Ing. Tomás Brody y posteriormente por el Dr. Ariel Tejera. Las participantes de este grupo fueron Ninfa Guerrero de Callejas, Ana María Martínez y Silvia Bulbulian. La primera muestra de ¹³¹I para uso médico que se importó de Canadá por la Comisión Nacional de Energía Nuclear en febrero de 1962, fue enviada al IMSS para su uso en un hospital Durante la primera parte de ese año la cantidad promedio de ¹³¹I comprado por hospitales privadas y públicos fue de 30 mCi al mes, mientras que al final del año fue de 115 mCi/mes. Esta cantidad fue creciendo, y en 1967 esa cantidad era de 2.000 mCi/m s, en 1997 se vendían 60 dosis de ¹³¹I con una actividad total

ADELAIDA PALACIOS +

Tenemos la triste obligación de comunicar a los miembros de la Sociedad Mexicana de Física la dosaparición de nuestra compañera Ing. Quím. Adelaida Palacias, fallecida el día 9 de febrero de este año.

Después de terminar sus estudios, la Srita. Palacios prestó sus servicios en la enseñanza preparatoria, para luego trabajar en la industria, dirigiendo un laboratorio de fábrica y realizando trabajos de galvanostegía. En septiembro de 1957 fue nombrada investigadora del Instituto de Física de la U.N. A.M., en donde realizó trabajos sobre radioquímica; su principal interés estaba en la separación y determinación del estroncio 90 contenido en la leche y en otros materiales biológicas. Este trabajo tenía importancia no solamente por razones de salud pública, sino porque representaba el primer desarrollo de estas técnicas analíticas en nuestro país. Sus labores fueron coronadas de éxito, y en este número de la REVISTA se publica el informe sobre los dos métodos de determinación elaborados por ella en colaboración con otros investigadores del Instituto de Física.

Sus colegas han perdido en ella una colaboradora de excepcional categoría y capacidad profesional y de gran espíritu de cooperación. En el corto tiempo que estuvo trabajando en el Instituto de Física de la U.N.A.M., había conquistado la estimación y la amistad de todos. El hueco que deja su desaparición no será fácil de llenar.

La Sociedad Mexicana de Física, a la cual la Srita. Palacios ingresó en los últimos meses de su vida, quisiera expresar con estas palabras su más profunda y sincera simpatía a sus familiares.

Fig. 11. Esquela publicada por la Sociedad Mexicana de Física en 1959.

^{*} Este trabejo ha sido realizado por contrato entre la Comisión Nacional de Energía Nuclear y el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México.

de 28 000 039,000 mCi por mes. El ¹³¹I es sólo uno de los varios radioisótopos que vende el ININ.

La Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) había sido fundada en 1956. A principios de 1961 se formó el grupo de dilución de radioisótopos de la CNEN en unos laboratorios instalados en la Ciudad de México, en la calle Miguel Ángel de Quevedo. Allí trabajaban Ana María Martínez, Ninfa Guerrero y Silvia Bulbulian, bajo la dirección de Ariel Tejera.

Un segundo trabajo de radioquímica, realizado en la entonces CNEN fue la tesis de licenciatura en física de Silvia Bulbulian. Cuya portada se muestra a continuación

Para esa tesis se utilizaron el telurio metálico y óxido de telurio irradiados en el reactor experimental instalado en el campo Marte. El trabajo consistió en separar el telurio del 131 I formado por la siguiente reacción nuclear: 130 Te (n, γ) 131 Te.

Un grupo de investigadores mexicanos realizó estudios, entre otros, para la ubicación más adecuada del Centro Nuclear e instalar allí el equipo necesario. Estos estudios se presentaron en la Conferencia Internacional sobre Localización de Reactores que se celebró en Bombay, India, en marzo de 1963. Los expertos de muchas partes del mundo que asistieron a esa presentación encontraron satisfactoria la ubicación del Centro Nuclear de México. El Organismo Internacional de Energía Atómica envió expertos a examinar, tanto los terrenos del Centro, como el edificio en que se alojaría el reactor TRIGA MARK III. Se necesitaba una gran extensión de terreno para instalar un reactor nuclear y un acelerador de partículas cargadas, así como varios de los laboratorios de la Comisión Nacional de Energía Nuclear. El sitio escogido está localizado en el municipio de Ocoyoacac, cerca del pueblo de Salazar, Estado de México, aproximadamente a 36 km suroeste de la Ciudad de México, al sur de la carretera México-Toluca. Tiene una elevación de 3000 m sobre el nivel del mar y una superfi-

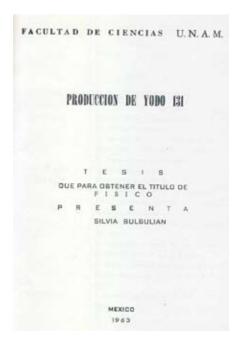


Fig. 12. Portada de la Tesis Radioquímica "Producción de ¹³¹I".



Fig. 13. Dres. Ariel Tejera, Nuria Segovia e Ing. Héctor Guerrero.

cie de 150 ha de terreno montañoso que varía en altitud 50 m aproximadamente alrededor del promedio. La carretera México-Toluca pasa a unos 50 m del lindero norte del sitio y a 1500 m del conjunto del Reactor.

En esa misma época se formó el grupo de Trazas Nucleares con la participación de los Dres. Nuria Segovia y Ariel Tejera, jefe del grupo, en los mismos laboratorios instalados en la Ciudad de México, en la calle Miguel Ángel de Quevedo.

Átomos en Acción

A principios de 1962 el gobierno de los Estados Unidos, a través de su Comisión de Energía Atómica y con la colaboración del gobierno de México, por medio de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, presentó una exposición bajo el título de "Átomos en Acción" (Ciudadano Átomo, 1962), su objeto era presentar en forma objetiva y sencilla los múltiples logros del empleo de los radioisótopos y la radiación en muy diversos campos, como la investigación científica, la medicina, la industria, la agricultura, etc., así como los desarrollos de la energía nuclear en la generación de electricidad. La Exposición se instaló en el Campo de polo Marte, junto al Auditorio Nacional en Chapultepec.

Los aparatos que más llamaban la atención en la exposición eran un pequeño reactor para investigación de 10 kilo-Watts térmicos y una fuente de irradiación gamma de 1500



Fig. 14. Presentación de la exposición Átomos en Acción en el Campo Marte (Abril-mayo, 1962).

curies de cobalto-60. Este reactor se utilizó por primera vez en México por Tomás Brody y por Silvia Bulbulian, para irradiar dos muestras, una de telurio metálico y otra de dióxido de telurio. El reactor nuclear fue operado por personal estadounidense calificado que acompañaba a la exposición que había supervisado su transporte e instalación, sin embargo, también fue operado por personal mexicano. Tocó en suerte al Ing. Antonio Magaña Plaza ser el primer mexicano que lo puso en servicio. Este reactor se utilizó por primera vez en México al irradiar allí dos muestras, una de telurio metálico y otra de dióxido de telurio. De esta muestra se obtuvo ¹³¹I en pequeñas cantidades por la técnica de destilación.

Centro nuclear, 1964

En el informe de la CNEN publicado en 1963, ya se aprecia el gran entusiasmo para instalar el primer Centro Nuclear de México. El informe dice: "el proyecto del centro es el fruto de años de preparación, durante los cuales se han formado más de un centenar de expertos mexicanos que se adiestran en los países más adelantados del mundo".

Cuando se iniciaron los proyectos del Centro, el presidente de la CNEN era el Lic. José Maria Ortiz Tirado y los vocales los doctores Nabor Carrillo y Manuel Sandoval Vallarta.

El Centro Nuclear de México fue fundado como una dependencia de la Comisión Nacional de Energía Nuclear. Al dejar la Universidad Nacional Autónoma de México en 1961, concluida su labor en la rectoría, el Dr. Nabor Carrillo Flores volvió a la cátedra y la investigación, especializándose en el estudio de la energía nuclear. La CNEN le encargó hacer las gestiones ante el Gobierno para conseguir el terreno para el Centro Nuclear y los fondos para construirlo. El Lic. Adolfo López Mateos, entonces presidente de México, vio la necesidad que tenía nuestro país de este Centro.



Fig. 15. Ceremonia de colocación de la primera piedra de los edificios del Centro Nuclear de México. Lic. José María Ortiz Tirado acompañado del Dr. Nabor Carrillo Flores y de otros personajes del Gobierno Federal y de la CNEN.

La ubicación del Centro Nuclear en los bosques de Salazar se debió principalmente a la necesidad de una amplia extensión de terreno para poder localizar allí varios laboratorios, además de los edificios del Reactor, del Acelerador y de los Talleres Generales. Carlos Vélez, Roberto Treviño y Marcos Mazari, entre otros, hicieron los estudios de las áreas propuestas resultando ser ésta la más adecuada de todas.

Este Centro se empezó a construir en 1964 con el propósito de desarrollar las ciencias nucleares y de reunir a los científicos e investigadores que trabajaran en estas áreas. En ese año se colocó la primera piedra de este Centro en el Municipio de Ocoyoacac, Estado de México. La construcción de la primera etapa duró aproximadamente 5 años. La inauguración oficial, (aunque de hecho ya trabajaban ahí algunos grupos desde 1967), fue realizada a fines de 1970.

Los laboratorios de la CNEN, que en un principio habían sido montados en casas habitación en la ciudad de México, se trasladaron al Centro Nuclear donde fueron construidos para los requerimientos específicos entre 1966 y 1970. La CNEN, en el Centro Nuclear, contaba, entre otros, con laboratorios electrónicos y de investigación en detectores de estado sólido, así como un grupo que trabajaba en el diseño de aceleradores para aplicaciones de tipo industrial, entre otras, la esterilización de ciertos materiales. Desarrollaba además programas de trabajo como la producción de radioisótopos artificiales, el estudio de los efectos genéticos de las radiaciones sobre organismos y estudios de física e ingeniería de reactores. Se contaba, además, con la Sección de Análisis por Activación ahí se estudiaba la radiación de los isótopos formados en el reactor nuclear para medir trazas de impurezas en algunos materiales.

En 1966, el personal del departamento del reactor vinimos a ocupar las instalaciones del Centro Nuclear. El departamento del acelerador ya estaba instalado. El grupo de Química Nuclear del reactor estuvo integrado por: La jefa, Ma. Eugenia Ramírez de Arellano, Guadalupe Domínguez y Silvia Bulbulian.

En esa época, el Dr. Augusto Moreno y Moreno organizó en la CNEN una serie de conferencias de radioquímica y, entre

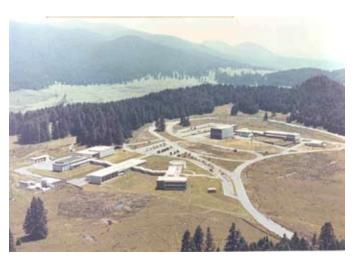


Fig. 16. El Centro Nuclear de México, en 1968.

otras personas, invitó al Dr. Alfred G. Maddock, de la Universidad de Cambridge, Inglaterra, quien durante años apoyó al grupo de Química Nuclear, como asesor científico.

En un principio el propósito del grupo de Química Nuclear fue proporcionar servicios al Reactor Nuclear que estaba por instalarse en el Centro Nuclear en Salazar, Estado de México. La fundadora de este grupo fue la Dra. María Eugenia Ramírez de Arellano de Halter y su personal estaba integrado por Guadalupe Domínguez y Silvia Bulbulian. En 1965 ya había llegado al Centro Nuclear el primer grupo de investigadores



Fig. 17. Grupo de Química Nuclear y otros investigadores del Centro Nuclear de México en 1968.



Fig. 18. Dr. Alfred G. Maddock.



Fig. 19. Miriam Mondragón, Dr. Alfonso Mondragón y Alfred G. Maddock.

dirigido por el Ing. Marcos Mazari. Ellos instalaron el Acelerador de Partículas y lo hicieron funcionar. El segundo grupo de investigadores encabezado por el Dr. Arnulfo Morales, llegó en 1966 y fue destinado al edificio del Reactor Nuclear TRIGA Mark III; con ellos llegó el grupo de Química Nuclear a este Centro. Los trabajos científicos experimentales estuvieron salpicados de todo tipo de aventuras ya que los laboratorios aún no habían sido instalados.

A partir de 1965, el Dr. Alfred G. Maddock, Profesor de la Universidad de Cambridge, Inglaterra, asesoró a los investigadores de Química Nuclear.

Reactor Nuclear TRIGA Mark III

El 8 de noviembre de 1969 se puso en operación el reactor nuclear TRIGA Mark III, y el personal de Química Nuclear realizó el primer experimento de radiación y radiactivación en este reactor el 23 de enero de 1969. El radioisótopo obtenido permitió realizar la primera serie de investigaciones con radioisótopos estudiando los efectos químicos producidos por las transformaciones nucleares.

A las 20:38 h el reactor nuclear llegó a su criticidad. Las personas que estuvieron presentes ese día fueron: los doctores Arnulfo Morales A., quien como responsable del reactor encabezó la operación, Carlos Graeff Fernández, Alberto Barajas, y los investigadores Fernando López Carrasca; Enrique Ortega Espino, Antonio Ponce, Felipe Pozo Horta, Teodoro González, Romeo España, Ignacio Maldonado, Ricardo Corona y Víctor Ley Koo. Estuvieron presentes además los supervisores de la Gulf General Atomic, los señores Charles Coffer y Mike de Groot. En enero 23 de 1969 se irradió la primera muestra de telurio, en el reactor TRIGA MARK IIII del Centro Nuclear de México (ahora Centro Nuclear "Nabor Carrillo"). Ese fue el proyecto de irradiación número 1.

El reactor nuclear es una de las herramientas más importantes del Centro Nuclear, y fue utilizado básicamente para enseñanza y entrenamiento, pero también para investigación básica y aplicada y, en un principio, para producción de radioisótopos.

Posteriormente en 1970, cuando la CNEN se convirtió en el Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN) el grupo de Química Nuclear tuvo como encargada a Silvia Bulbulian, dependía ya de la División de Investigación cuyo Director fue el Ing. Marcos Mazari, y en 1975 se convirtió en el Departamento de Química Nuclear y más tarde en el actual Departamento de Química.

A principios de los setenta, la Dra. María Eugenia Ramírez de Arellano, regresó al Departamento de Química para una estancia de investigación. Ella inició una colaboración con el Dr. Jean Pierre Adloff, de la Universidad Louis Pasteur de Estrasburgo, Francia, lo que permitió a los investigadores del Departamento de Química Nuclear y a otros investigadores del ININ a realizar estudios de doctorado en esa institución.

Algunos experimentos de radioquímica tuvieron que ser realizados en las Celdas Calientes, del Reactor.



Fig. 20. Dolores Tenorio, Suilma Marisela Fernández, y Melania Jiménez, tesistas del Departamento de Química Nuclear, acompañadas de su asesora, Silvia Bulbulian.



Fig. 21. Dres. Pablo Mulás, Draganic y Jean Pierre Adloff.



Fig. 22. Melania Jiménez en las Instalaciones de las Celdas Calientes del Reactor.

Los primeros proyectos de investigación que se desarrollaron en el grupo de Química se basaron en los efectos químicos que producen las diversas transformaciones nucleares. Estos efectos permiten separar un isómero nuclear de otro. Así el pequeño grupo de investigadores fue creciendo, diversificando sus intereses y empezó a realizar estudios sobre temas químicos de interés nuclear.

El 26 de enero de 1979, se dividieron una vez más las funciones del Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN), dando lugar al nacimiento de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), organismo público des-



Fig. 23. Dr. Jean Pierre Adloff.

centralizado del Gobierno Federal, creado conforme a la Ley Reglamentaria en materia nuclear del Artículo 27 de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos, cuyo objetivo es planear y realizar la investigación y el desarrollo en el campo de las ciencias y tecnologías nucleares, así como promover los usos pacíficos de la energía nuclear y difundir los avances alcanzados para vincularlos al desarrollo económico, social y tecnológico del país. Algunos de los servicios que proporciona el ININ se relacionan con la producción de materiales radiactivos destinados a la medicina nuclear y a la industria; la esterilización y descontaminación de materias primas y productos terminados mediante radiación gamma, la industria alimentaría y de manufactura; la dosimetría personal aplicada a compañías e instituciones relacionadas con el manejo de materiales radiactivos; y finalmente la recolección, tratamiento y almacenamiento de desechos radiactivos de origen médico e industrial.

En 1979, el personal del Departamento de Química Nuclear organizó e impartió los primeros cursos al personal que formó el Laboratorio de Radioquímica de la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde. Posteriormente este grupo colaboró con el Departamento de Capacitación Externa (actualmente Departamento de Capacitación Continua) impartiendo cursos para el personal de esa Central.

Desde su formación, el personal científico de este departamento ha asesorado a estudiantes dirigiendo tesis de licenciatura, maestría y doctorado en colaboración con las diversas instituciones educativas del país. Parte del plan de trabajo se ha basado en la comunicación entre los investigadores y estudiantes a través de seminarios presentados tanto en el departamento como en otras instituciones científicas.

El Departamento de Química del ININ ha colaborado con diversas instituciones del país como la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), la Universidad Nacional Autónoma del México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), el CINVESTAV y el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Benemérita Universidad de Puebla (BUAP), la Universidad Veracruzana (UV), la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASP), la Universidad de Morelia (UM), el Instituto Tecnológico de Toluca (ITT) y la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas (CNSS). Además colaboró con instituciones de otros países como son: Austria, Inglaterra, Francia, Alemania. Estados Unidos, Brasil, Japón, Bélgica, España, Cuba, entre muchas otras.

El personal del Departamento de Química ha realizado numerosos trabajos de divulgación científica que han
sido publicados en revistas como Naturaleza, Ciencia y
Desarrollo, entre otras, y a través de libros editados por la
UAEMéx y el Fondo de Cultura Económica. Así mismo ha
participado en la organización de eventos científicos y ha colaborado con revistas, comisiones evaluadoras y cursos. Para el
desarrollo de las investigaciones científicas el Departamento
de Química ha contado con el apoyo del CONACYTy el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

En la actualidad este departamento cuenta con cinco téc-



Fig. 24. Dres. A. Moreno y A.G. Maddock.

nicos, una secretaria, 21 profesionistas e investigadores, 90 % de los cuales forman parte del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

La radioquímica o química nuclear, es la disciplina que asocia a la química y a la radiactividad, relacionando todos los radionúclidos, naturales o artificiales producidos por fisiones nucleares, reactores o aceleradores de partículas. La radioquímica está confrontada a dos situaciones extremas: una materia radioactiva presente a escala de unos cuantos átomos, que exige un constante progreso en la detección y caracterización de ultra-trazas, así como a cantidades macroscópicas en donde es necesario adaptar los métodos de la química clásica a la radiactividad. En el caso de la radioquímica, ésta se refiere a la aplicación del fenómeno del decaimiento radiactivo para la solución de problemas en el campo de la química mientras que la química de radiaciones estudia las transformaciones físico-químicas de compuestos y medios irradiados con radiaciones ionizantes o radiaciones que las crean.

En 1979 el Instituto Nacional de Energía Nuclear dio lugar al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. En ese año, se iniciaron varios proyectos de investigación en radioquímica y química de radiaciones; éstos fueron los siguientes:

- Cambios químicos que producen las transformaciones nucleares.
- Técnicas experimentales para estudios de química nuclear
- Estudios de los compuestos de uranio y torio y el efecto de su decaimiento.
- Química del positronio.
- Aplicación de técnicas nucleares en: a) arqueología. b) estudios de hidrología y sedimentación. c) la industria del petróleo.
- Aplicación del análisis de rayos X de fluorescencia.
- · Química con radiaciones.
- Laboratorio de análisis químicos.
- Recuperación de uranio: a) a partir de roca fosfórica, b) por lixiviación bacteriana de minerales sulfurados. c) asociado a minerales cupríferos.



Fig. 25. Miembros del Departamento de Química Nuclear con personal de la CFE y del ININ, en 1979.



Fig. 26. Personal de la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, participantes del 1er. Curso de Radioquímica y Química de Radiaciones y algunos instructores de ese curso.



Fig. 27. Asistentes al VII Simposio sobre química nuclear, radioquímica y química de radiaciones, Zacatecas Zac., 1988.

Desarrollo de procesos para obtención de: a) hexafluoruro de uranio a dióxido de uranio. b) tetrafluoruro de uranio a partir de dióxido de uranio. c) dióxido de uranio a partir de diuranato de amonio o carbonato de amonio y uranilo. d) carbonato de amonio y uranilo a partir de soluciones puras de nitrato de uranilo.

El Departamento de Química además, organizó ocho Simposios Internacionales sobre Química Nuclear, Radioquímica y Química de Radiaciones, desde 1976 hasta 1991.

Para el desarrollo de las investigaciones científicas se ha contado con el apoyo económico de CONACYT, OIEA, UNESCO, ICCROM, entre otras instituciones.

Referencias

 Sandoval Vallarta, M. Los peligros de las Bombas Atómicos. Memorias. El Colegio Nacional 1954, 111 (9), 33

- Folleto de Presentación. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, septiembre de 1961
- 3. M. Sandoval Vallarta, "Don Manuel Sandoval Vallarta (Reminiscencias de una Vida Científica)". *Naturaleza* **1973**, *4*, 170-180.
- Mondragón, A.; Barness, O. "Manuel Sandoval Vallarla. Obra Científica. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Energía Nuclear México (1978)
- Mondragón, A. La Obra Científica de Manuel Sandoval Vallarta. Homenaje. Instituto Nacional de Estudios Históricos de la Revolución Mexicana, 1987.
- Bulbulian, S. Semblanza de la Vida del Dr. Nabor Carrillo Flores. Homenaje al Dr. Nabor Carrillo Flores. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. 1994.
- Bulbulian, S.; De Vecchi, B. Empleo de Radiaciones Nucleares en México Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Septiembre de 1996.
- Vélez Ocón, C. Cincuenta Años de Energía Nuclear en México, 1945-1995. Programa Universitario de Energía, Coordinación de Vinculación. Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F. 1997.

El periplo de un documento novo hispano de Química del siglo XVIII

Salvador Galindo¹* y Diego Galindo²

Resumen. En 1789 José Francisco Dimas Rangel escribió un documento que revela un aspecto del estado de avance de la Química en la Nueva España. Desafortunadamente este documento no ha sido localizado en México pero se encuentran copias en el extranjero. En esta nota reproducimos el facsímil del impreso de Rangel y discutimos algunas de las posibles causas de su dispersión y expatriación.

Palabras clave: Historia de la química, José Francisco Dimas Rangel, México, período colonial.

Introducción

La historia de la Ciencia debe basarse esencialmente en los escritos sobre los cuales sus protagonistas plasmaron su obra científica. No es posible reconstruirla fielmente prescindiendo de estos registros. Sin embargo, muchos de los documentos históricos de nuestra vida nacional se encuentran fuera de México. Tal es el caso de un interesante impreso del siglo XVIII, escrito por José Francisco Dimas Rangel en 1789, donde se habla del proceso de obtención del hidrógeno [1]. Dicho documento titulado "Discurso físico sobre la formación de auroras boreales" ya fue analizado en su oportunidad en un ensayo publicado en el Boletín de la Sociedad Química de México por Moreno y López [2]. La importancia de dicho impreso, como atinadamente fue señalado en dicho ensayo, reside en que revela un aspecto del estado de avance de la química en la Nueva España a finales del siglo XVIII. Para el estudio del impreso de Rangel, los autores del ensayo utilizaron una copia prestada por un particular del documento de Rangel, tomada según advierten, de un original en la Biblioteca Nacional de Chile. Sin embargo, como ellos mismos señalan, el impreso de Rangel no se ha localizado en Bibliotecas de México.

Recientemente tuvimos la oportunidad de acceder al fondo bibliográfico de la colección Americana de José Toribio Medina conservado en la Biblioteca Nacional de Chile en Santiago, su capital, donde obtuvimos una copia fiel del original custodiado en esa institución. Dicho original difiere ligeramente del mostrado por Moreno y López [3]. Por lo anterior, es nuestro propósito publicar íntegro el facsímil del impreso de Rangel para beneficio de los investigadores interesados y presentar algunos comentarios sobre un posible derrotero de dicho documento hacia su destino en tierras extranjeras.

Ubicación del documento de Rangel

El catálogo de José Pascual Buxó titulado "Impresos Novohispanos en las bibliotecas públicas de los Estados

Abstract. In 1789 José Francisco Dimas Rangel wrote a paper on the state of the art of Chemistry in New Spain. Unfortunately this document has not been found in Mexico but there are copies abroad. Here we present a facsimile of Rangel's publication and we discuss some of the possible causes of its dispersal and removal from Mexico.

Key words: History of chemistry, José Francisco Dimas Rangel, Mexico, colonial period.

Unidos de América (1543-1800)" [4] indica que el impreso de Rangel se puede localizar en la Biblioteca del Congreso de los EUA en Washington D.C. bajo la clasificación QC 972.R19. No señala otras posibles ubicaciones. No obstante, una búsqueda por Internet revela que el documento además se encuentra en microfilm en varias instituciones extranjeras. Aunque previsiblemente nuestra búsqueda no ha sido exhaustiva, pudimos identificar en tres colecciones bibliográficas la procedencia de dichos microfilmes. Estas serían: (a) La colección Medina en la Biblioteca Nacional de Chile, (b) la Biblioteca del Museo Británico y (c) la Biblioteca Bancroft de la Universidad de California en Berkeley.

Microfilmes originados en la colección Medina

El bibliófilo chileno José Toribio Medina Zavala (1852-1930) fue uno de los personajes que en gran medida contribuyeron al estudio de la bibliografía mexicana. Viajó por varios países de América y Europa visitando diversas bibliotecas y tuvo contacto con tratantes de libros en varias ciudades. En 1902 inicia otro más de sus viajes, en busca de nuevos materiales para sus obras. En esta ocasión pasa por Lima, Bogotá, Guatemala. En 1903 visitó la República Mexicana en busca de impresos raros. Llegó al puerto de Salina Cruz, Oaxaca a principios de abril, de ahí se trasladó a la ciudad de Oaxaca, y el 12 de abril partió hacia la Ciudad de México. Tres días después lo recibió Porfirio Díaz quién le ofrece todas las facilidades que pudiera requerir durante su estancia en México. Visitó en Puebla la Biblioteca Palafoxiana, y ya para agosto se encontraba en Guadalajara después de visitar Guanajuato y Querétaro. Tras corta permanencia en Veracruz, se embarca hacia Europa. Donde visita París, Turín, el Vaticano, Suiza y finalmente España; regresando dos años después a Chile en 1904. Este viaje le permitió adquirir y trasladar a su patria una cantidad cercana a los siete mil libros y opúsculos impresos entre los siglos XVII y XIX en México materiales que donó a la Biblioteca Nacional de Chile donde hoy se conservan bajo el nombre de Colección Medina [5, 6]. Entre los documentos

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Km. 36 1/2 carretera México Toluca. La Marquesa, Ocoyoacac 52750, México. salvador.galindo@inin.gob.mx

² Computer Science and Mathematics Division, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN 37831, USA

de esta colección se encuentra un ejemplar del impreso original de Rangel. El documento se puede consultar en microfilm. De esta biblioteca se han obtenido copias del documento de Rangel hacia otras instituciones extranjeras.

En 1939 Lawrence C. Wroth y Henry B. Van Hoesen, por aquel entonces bibliotecarios de la Universidad Brown en Providence, Rhode Island, EE. UU., tuvieron la iniciativa de microfilmar antiguos documentos hispanoamericanos importantes directamente de las fuentes documentales en distintas bibliotecas latinoamericanas. Para tal proyecto consiguieron, en 1940, una subvención de la Fundación Rockefeller. Originalmente el proyecto se planeó con una duración de tres años pero finalmente se extendió a cinco.

La primera meta del proyecto era microfilmar documentos de la mencionada colección Medina en la Biblioteca Nacional de Chile. La razón para iniciar el proyecto en este lugar era comprensible ya que se estima que esta biblioteca resguarda alrededor del 60% de todo lo que se imprimió en Hispanoamérica colonial. El siguiente paso del proyecto se malogró en Lima, Perú debido a la destrucción, durante un incendio en la Biblioteca Nacional de Perú, de los documentos que se iban a microfilmar. Posteriormente, en 1943, se hicieron arreglos preliminares para microfilmar documentos en México, pero debido a la escasez de material fotográfico y las dificultades de su transporte durante la segunda guerra mundial se dio por finalizada esta intención. Ya sin el aliciente de obtener más materiales, el siguiente paso consistió en clasificar y catalogar los microfilmes obtenidos. Para este propósito en 1945, la Biblioteca del Congreso de Estados Unidos, acordó clasificar y catalogar individualmente cada título a cambio de obtener una copia microfilmada de cada uno de ellos. De esta manera, estas dos bibliotecas obtuvieron 2,339 títulos en 250 rollos de microfilm. Entre ellos se encuentra el impreso de José Francisco Dimas Rangel. Así mismo, hoy en día. mediante convenios con la universidad Brown copias de dichos microfilmes pueden ser consultadas en las universidades de Connecticut, Massachusetts, Yale y Iowa, además de las ya mencionadas; Biblioteca del Congreso, y las bibliotecas de la Universidad Brown en Providence Rhode Island. (Estas son: John Hay Library, Rockefeller Library y John Carter Brown Library).

Copia en la British Library

La procedencia del documento de Rangel custodiado en la British Library podría deberse a la actuación de Henry Stevens, un americano empleado por el Museo Británico y por algunas librerías públicas y privadas norteamericanas para adquirir libros, manuscritos históricos y periódicos del continente americano. Entre las instituciones públicas que eran parte de su clientela se encontraban la Smithsonian Institution y la Biblioteca del Congreso de Estados Unidos. Por otro lado, entre su clientela privada se encontraban el coleccionista James Lenox, cuyo acopio actualmente forma parte de la Lenox Library de Nueva York y John Carter Brown cuya colección forma parte de la biblioteca del mismo

nombre en la Universidad Brown. Lo interesante del personaje Stevens radica en que en su catálogo de ventas titulado "Historical Nuggets: Bibliotheca Americana" [7], se encuentra el documento de Rangel bajo el número de catalogo 2289. Incidentalmente, el catálogo marca un precio para el documento de 10s. 6 d. (10 chelines y 6 peniques) esto es un poco más de media libra al valor de 1862. Es posible que el comerciante Stevens haya vendido el documento de Rangel a la Biblioteca Británica ya que las otras bibliotecas que hemos mencionado y que negociaban con Stevens, parecen tener actualmente tan solo el microfilm moderno. Más esto es sólo una especulación.

Otro posible origen del documento custodiado en la British Library se puede deber a la adquisición por esta institución de parte de la colección del bibliófilo mexicano José María Andrade (1807-1883). Este oficioso bibliófilo y editor, nació en 1807 en el distrito de Apan. Hacia el año de 1843 el librero y editor Mariano Galván Rivera traspasa su librería a Andrade. Años después, Andrade abandona sus negocios en el país pues sus ideas conservadoras obligan al gobierno liberal a expatriarlo en 1860. En 1864, con el apoyo del ejército conservador y de los franceses, subió al trono Maximiliano de Habsburgo inaugurando el llamado Segundo Imperio Mexicano. Una de las acciones de su breve reinado fue la fundación de una Biblioteca Imperial cuyo objetivo primario era el de acumular un acervo documental sobre México. Para fundar la Biblioteca Imperial, Maximiliano le compra a Andrade, quien ya se hallaba de regreso en México, su biblioteca compuesta por unos 7,000 libros. Al ser fusilado Maximiliano, Andrade se exilia de nuevo. El capellán de Maximiliano, un alemán llamado Agustín Fisher (1825–1885), de origen luterano pero convenientemente ordenado sacerdote católico, se aprovecha de la situación y se apropia de la biblioteca de Andrade. El padre Fischer (que se había ido haciendo él mismo con una buena colección de libros, manuscritos y monedas) logró sacar de México sus propios libros y una considerable cantidad de ajenos entre los que se encontraban los de Andrade, esto a pesar de que se había un decreto imperial estableciendo que permanecieran en México.

Dos años después, en 1869 aparece a la venta en Lepizig un valioso fondo bibliográfico, descrito en el siguiente catálogo de 368 páginas: "Catalogue de la riche bibliotheque de D. José Maria Andrade" [8]. El documento de Rangel aparece ofertado en este catálogo bajo el número 4131. Parte de la colección a la venta es adquirida por la Biblioteca Británica. Cabe considerar que no podemos afirmar si el documento de Andrade fue adquirido en el lote, pero es posible.

Copia de 1790 en la Bancroft Library

La copia que se encuentra en la Bancroft Library de la Universidad de California en Berkeley, EE. UU., está fechada en 1790 y debe suponerse que es una reimpresión del documento original de Rangel fechado en 1789. Para documentar la afirmación anterior nos remitimos a la ficha bibliográfica de José Toribio Medina que se halla en su libro "La Imprenta

en México, tomo VI (1768-1794)" [9]. Allí Medina, al final de la ficha escribió la siguiente nota, "He visto ejemplar en todo idéntico al descrito, salvo la fecha, que dice 1790." confirmando de esta manera que hubo una segunda edición del impreso de Rangel. Y continúa escribiendo "Bajo la cual lo ha catalogado León III, n.346" Con esta frase Medina se refiere al catálogo Bibliografía Mexicana del Siglo XVIII del Dr. Nicolás León Calderón (1859-1929), médico y bibliófilo [10]. Este personaje, dicho sea de paso, en 1899 fue designado por Porfirio Díaz miembro del equipo del Instituto Bibliográfico Mexicano y llegó a ocupar la dirección de la Biblioteca Nacional. Además, en la misma ficha, Toribio Medina indica que el documento de Rangel se encuentra también en el catálogo de José Mariano Beristáin de Souza como impreso en 1790 [11].

El origen de la biblioteca Bancroft se remonta a la compra por parte de la Universidad de California de la colección de Hubert Howe Bancroft (1832-1918). Durante su vida, este personaje adquirió muchos documentos de distintas colecciones ya sea que estaban a la venta o apropiándoselas, entre ellas la biblioteca del General Mariano Guadalupe Vallejo (1807-1890), inoportuno pro-vankee en la guerra Méxiconorteamericana. La biblioteca de este General californiano contenía muchos documentos coloniales de México y California. Conjuntamente Bancroft adquirió antiguos documentos coloniales confiscados por el ejército Norteamericano después de la guerra con México. Asimismo este personaje continuó acumulando documentos a expensas de la malograda Biblioteca Imperial de Maximiliano. Este último suceso se puede resumir de la siguiente manera. Charles Etienne Brasseur de Bourbourg (1814-1874) ex capellán de la colonia francesa en México (entre 1848 y 1851) se dedicó a formar una rica biblioteca mexicana que poco a poco adquirió gran notoriedad, al grado que el emperador Maximiliano le ofreció 100,000 francos (toda una fortuna) por ella para integrarla a la Biblioteca Imperial.

Brasseur muere en 1874 y de alguna manera, parte de esta valiosísima colección llega a manos de Alphonse Pinard (1852-1911) alguna vez esposo de Celia Nuttal descubridora del famoso códice prehispánico que lleva su nombre. Pinard también era coleccionista de libros novohispanos, muchos de los cuales los extrajo en la década de 1870 de los archivos coloniales de Santa Fe, Nuevo México [12]. Este personaje Pinard, pone a la venta en París, la biblioteca de Brasseur [13]. Una buena parte de la colección Pinart fue adquirida por Bancroft a través de su agente en Londres Joseph Whitaker (1820-1895). Este hombre era un librero con amplia experiencia en la adquisición de libros. Whitaker también representó a Bancroft en la venta de los libros del padre Agustín Fischer, de quién nos hemos referido anteriormente como traficante de libros. Dicha venta se verificó en 1869 en la casa londinense de Puttick & Simpson. El mismo año también se realizó la oferta de la va mencionada colección de Don José María Andrade. Aquí Whitaker por cinco mil dólares adquirió 3,000 de los 7,000 documentos en subasta compitiendo con la Biblioteca Británica la cual adquirió más de la mitad del lote. Once años

más tarde, en la misma casa londinense de Puttick & Simpson, se subastaron los libros que habían formado la valiosísima biblioteca del erudito y político, José Fernando Ramírez (1804-1871). En esta ocasión Bancroft envió como representante suyo a Henry Stevens (el autor del catálogo "Historical nuggets" [7]) y no le puso límite a los gastos de compra. Stevens desembolsó la cuantiosa cantidad de 30,000 dólares de la época. Posteriormente Stevens le escribiría a Bancroft lo siguiente [14]: "En conjunto usted ha asegurado sus lotes muy razonablemente. Algunos son caros; pero la mayoría son baratos"

Comentario Final

México ha padecido durante varios siglos la expoliación de sus documentos históricos, sus códices, diversos manuscritos y publicaciones, entre los que se encuentra el impreso de Rangel. Basta hojear grandes catálogos como "Impresos Novohispanos en las bibliotecas públicas de los Estados Unidos de América (1543-1800)" [4] de Pascual Buxó o bien, el de Amaya Garritz "Impresos Novohispanos (1808-1821)" [15] para darnos cuenta de que muchos tesoros bibliográficos mexicanos se hallan custodiados en instituciones foráneas. Afortunadamente las técnicas de digitalización modernas ofrecen el remedio ideal para compartir el acervo de bibliotecas extranjeras. Finalmente, es importante resaltar la importancia de disponer de recursos económicos que hicieran posible la recuperación y conservación de los documentos que registran parte de nuestro pasado que no se encuentran en nuestro país.

Descripción del documento

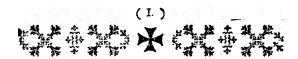
El documento está impreso en siete páginas de un cuarto de pliego con la octava página en blanco. Un pliego era y sigue siendo una medida estándar de una hoja de papel de 43.5 cm de largo por 31.5 cm de ancho. Esto indica que cada página mide aproximadamente 21.75 cm × 15.75 cm.

Referencias

- Rangel, J.F.D. "Discurso Físico sobre el origen de las Auroras". Joseph de Jaúregui, 1789, México.
- Moreno Corral, M. A.; López Molina, M. G. Bol. Soc. Quím. Méx. 2008, 2, 63-66.
- 3. El facsímil del impreso de Rangel que aquí reproducimos, consistente de siete páginas, muestra diferencias con respecto a las correspondientes dos únicas páginas del mismo trabajo reproducidas por Moreno y López en su nota (ver referencia 2). Básicamente la reproducción de Moreno y López muestra incompleto el cintillo de la primera página y la última página aparece manchada.
- Buxó, J. P. "Impresos Novohispanos en las bibliotecas públicas d los Estados Unidos de América (1543-1800)" IIB UNAM 1994.
- Biblioteca Nacional de Chile, http://www.dibam.cl/biblioteca_nacional/.

- Bromsen, M. A. "José Toribio Medina Humanista de América", Editorial Andrés Bello Santiago de Chile, 1969.
- Stevens, H. "Historical nuggets: Bibliotheca Americana", Volumen 22, Números 1613-2934 página 630, 1862.
- 8. "Catalogue de la riche bibliotheque de "D. José Maria Andrade. Livres manuscrits et imprimes. Litterature francais et espagnole. Histoire de l'Afrique, de l'Asie et de l'Amerique. 7000 pieces et volumes ayant rapport au Mexique ou imprimes dans ce pays, dont la vente se fera lundi 18 janvier 1869 et jours suivants a Leipzig, dans la salle de ventes de MM. List & Francke". Leipzig, List & Francke, 1869.
- 9. Medina, J. T. "La Imprenta en México, tomo VI (1768-1794)" Edición facsimilar UNAM, 1989.
- Calderón, N. L. "Bibliografía Mexicana del Siglo XVIII del Dr. Nicolás León Calderón (1859-1929)". Imp. de Díaz de León, México, 1902.

- 11. Beristáin de Souza, J. M. en "Biblioteca Hispano-Americana Septentrional" tomo III pag. 9. Ediciones Fuente Cultural, 1883.
- Twitchell, R. E. "The Spanish Archives of New Mexico", Vol. 2, pp. 213-214 (1914). Edición facsimilar Suntone Press, Santa Fe, N. M. 2008.
- 13. Pinart, A. L. "Catalogue de livres rares et précieux manuscrits et imprimés principalement sur l'Amérique et sur les langues du monde entier composant la bibliothèque de M. Alph.-L. Pinart et comprenant en totalité la bibliothèque Mexico-Gutémalienne de M. l'Abbé Brasseur de Bourbourg". Vve A. Labitte, París, 1883.
- Henry Stevens, carta a H.H Bancroft (c.1880) University of California in Los Angeles Library.
- Garritz, A. "Impresos Novohispanos 1808-1821" Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM. 1990.



DISCURSO FISICO SOBRE LA FORMACION DE LAS AURORAS BOREALES.

POR D. JOSEPH FRANCISCO DIMAS RANGEL, Reloxero en esta Corte.

ON motivo de la Aurora boreal que observamos á 14. de Noviembre del presente año de 89. me puse à registrar algunos libros que tratan de esta materia, pues aunque ya habia leido algo; como era cosa que no esperaba vér en este clima, jamás fixé la atencion: despues reflexionando sobre las diferentes opiniones de los Autores en quanto al origen y formacion de este Metéoro, se me previno la idéa de escribir un papel à este asunto, y habiendo comenzado mi obra, salió la primera noticia à 19. del mismo mes en la Gazeta de Literatura num. 6. pero viendo que a su Autor le fue preciso el ceñirse 2 su observacion, y no se me frustraba el intento la conclui, al tiempo que salió la segunda noticia à 1. de Diciembre, la qual quedó pendiente en la Gazeta de México num. 44. y quise aguardar á que se concluyera para girar en quanto pudiera por distinto rumbo; mas viendo que. de la mayor dilacion se sigue el que salga extemporaneo mi discurso, resolví darlo á la prensa, no siendo mi fin el competir, ni mucho menos alumbrar á los Sugetos instruidos, sino entretener un rato à los aficienades con las débiles producciones de mis cortos alcances.

DERKRER TO BERRER TO

N donde se forma este Metéoro con mas frequencia es en el polo Septentrional, 6 cerca de él. Los hibitantes de aquella Region lo observan en figura de un circulo paracilo à su Orizonte ó perpendicularmente sobre sus cabezas; los que están en lugares algo distantes de olo, no vén cabal el circulo; los mas retirados descubren la muad; y lo restante se los cabes de la capacida de la tierra y que se con cabal el circulo; los mas retirados descubren la muad; y lo restante se los cabes de la capacida de la tierra; y que se con servicio servicio. circulo; los mas retinados descubren la minat: y lo restante se los de lat el Orizonte por lo estérico de la tierra; y otros solo perciben un segmento mas, ó menos grande, ó na lat segun la menor, ó mayor distancia del polo à los lugares don le se observa ó la mas ó menos altura perpendicular à que se ha ejevado la tal Autoria, respeto de la superficie de la tierra. De aqui resulta lo que dice el célebre Mairan; que hasta su tiempo, no se habia visto Aurora boreal en lugar alguno, caya latitud no excediese de 35, grados; y lo que refiere Maupertuis en la Historia de su Viage à la Laponia; que las noches allí se equivocaban con el dia, à causa de las Auroras boreales, que por la hermost variedad de a causa de las Autoras boreales, que por la hermost variedad de sus luminosos colores parecian fuego de artificio, y la continuación en vérlas, no solo ha disipado los temores de sus observa lores, sino que les sirve de diversion, y aún de gran consuelo en los meses de obscuridad que se experimentan en aquellos Paises por la ausencia del Sol en el Invierno.

Este circulo luminoso bajo de cuya figura se presentan las Auroras boreales, unas veces se vé de color rojo da has habitas obrates, unas veces se te un controlo, has encendido por el centro, y mas opazo y transparente en degradacion ácia la circunferencia; otras veces se han advertido rafagas de luz, resplandores, llimas, columnas de fuego, torbellinos de homo, lanzas, dardos, affanges, y botones de fuego como disparados de uno y otro lado en forma de combare: suele registrares mas afres y tambiéo se bas visto al rededor uno, dos y tres areos concéntileos de varios colores, cada uno á semejanza del Iris

Las diferentes representaciones de estos Metéoros á penas fueros concidas por los Filósofos antignos, como efectos de causas naturales artificações de concentrales artificações de causas naturales de causas natural

causas naturales, atribuyéndolas á prodigios del Cielo, ó amagos

(III)

de su cólera. Les Paganos imaginaban batallas entre sus quimécas Deidades Los Astrólogos Judiciarios los tenian por signos funcstos, que pronosticaban guerras, ruinas, pêstes, y calamidades. Los Poetas, é Historiadores, fingiendo, y abultando portentes artificiosamente, les daban significaciones adaptadas á los fines artificiales de en convierses. particulares de su entusiasmo.

Sin embargo del crecido número de Auroras boreales, Sin embargo del crecido número de Auroras poreates, que refieren los Autores haberse visto en la Europa, hasta el año de 1716. no comenzaron á examinarse con cuidado: pero las observaciones hasta el dia practicadas, no han sido bastantes á descubrir el verdadero origen, ó causa de este Meteoro, ni la aitura perpendicular en que se forma, pues en quanto á ésta Euler eleva las Auroras á mas de mil leguas de la soperficie de la tierro. Mairan á quinientas: Paulán á mas de docientas y se-

Euler eleva las Auroras á mas de mil leguas de la superficie de la tierra; Mairan á quinientas; Paulian á n.as de docientas y sentis; el Abate Para, y Berger prueban con sólidos fundamentos, no exceder dicha elevacion de 11. á 16. leguas.

En quanto á su formacion algunos han discurrido, que éste no es un Meteoro bipostático, y real, sino enfatico, ó aparente, que resulta de la reflexion, y refraccion que sufre la luz del Sol, y de la Luna, en las partículas de hielo, ó nieve, de que está impregnada la atmósfera ácia el Norte (del mismo modo que el Arto iris, parelias, ó coronas solares, y lunares) pero bastan á desvanecer esta opinion las llamas y humo, que se observan y demuestran con evidencia, que hay una inflamacion intrínseca de las materias.

Otros han juzgado que la Aurora se forma de aquellas mismas exhalaciones nitrosas, sulfureas, y viruminesas de que se componen los rayos, relámpagos y truenos. Si asi fuera se veria á la misma altura en que se vén dichos Meréores, y se formaria en qualquiera clima, zona ó region, sin limitarse á las Septentrionales.

Uno de los sistemas mas ingeniosos, ha sido sin duda, el de Mairan. Este lo funda en la luz zodiacal. 6 atmésfera solar, que segun sus observaciones, y las de Casini se estiende co millones de leguas en contorno del Sol, y suele distar 60000. leguas de la tierra. Esta atmósfera solar, dice estar compuesta de insmerables conos luminosos, cuya basa es el Sol, y pasendo la tierra (principalmente quando es periella) por en funte de alguno de dichos conos, por la atracción planetaria, arrebata la atmósfera

(IV.)

sefrestre al vértice de aquel cono, y arrojándolo ácia los polos es virtud de la fuerza centrifuga alli mezcladas ambas materias de fermentacion é incendio resulta la Aurora boreal.

Este sistema en concepto del Abate Para, mas brillante que sólido, se apoya principalmente en la inmensa altura de conno se ha demostrado el que excedan los funites de nuestra atmósfera, que segun la observaciones apenas llega á 16 leguas; se supone tambien que la solar está formada en conos luminosos, cuya base es el Sol: lo qual es contrario á las reglas de Optica,

cuya base es el Sol: lo qual es contrario á las reglas de Optica, pues todo cuerpo luminoso despide los conos de luz por rayos divergentes, cuyo vértice es el cuerpo luminoso, y sus bases son mayores mientras mas distantes de su origen.

El citado Abate Para, aprueba el dictamen del sobio Mussembroek, que atribuye el origen de las Auroras borce es á una especie de exhalaciones fosfóricas, en todo diferentes de los de los rayos y demás Mersoros igneos, por contener estas mas de luz, que de fuego, y ser por consigniente mas ligeras, y que la causa de formarse con mas freqüencia en las regiones Septentrionales, es por abundar éstas de materia productiva de semejantes exhalaciones, como hay lugares mas fecundos en producir las de lo rayos, pero no dice dicho Autor de qué materia se componen, o como se producen dichas exhalaciones fosfóricas.

Supuesto que hasta la presente u nay nada de cierto

Supuesto que hasta la presente in nay nada de cierto sobre la materia de que se compone esta especie de Meteoros, y todo ha sido conjeturas: creo que no se me tendrá por temerario en exponer la mia, como una de tantas. Es cosa bien sabida de los Físicos modernos, que entre las substancias actiformes conocidas, no hay otra de menos gravedad especifica que el Graz infla-mable. Se da este nombre á una especie de ayre muy subiil, que mable. Se da este nombre à una especie de ayre muy subril, que resulta en cantidad considerable de la mezcla del ácido vitrislico à del marino con las lima-luras del fierro, estaño, zinc, del espiritu de vino rechificado, del eter vitriólico, del espíritu de vino rechificado, del eter vitriólico, del espíritu de trementias. y de otros muchos simples y compuestos por medio de varias operaciones químicas. Muchas substancias animales destiladas á fuego libre, producen mucho de este ayre, y es sumamente inflamable. De, la misma especie (dice Sigaud de la Fond) se desprende naturalmente de las entrañas de la tierra en distintos paraces de nuestro globo. rages de nuestro globo.

(V.)

Entre los distintos Gazes que se han reconocido, une de los mas ligeros es, el que resulta de la siguiente composicion. Seis onzas de ácido vitriólico bien concentrado, mezcladas con diez y ocho onzas de agua destilada, y quatro onzas de limadara de fierro ó acero, que no tenga moho, recogida con el imán, y cernida por tamiz; pasados aquellos primeros efectos de efervecencia, se percibe un fuerte olor semejante al del ajo, entoneses se aplica la vesija adequada al ajarato Pucumatequímico, que describe Maquer, y se puede coger en sus recipientes an pie aúbico de Paris de este Gaz. Tedavia es mucho mas ligero el que se extraé en el mismo método de 6. onzas de limadara, de zine 6. onzas de ácido marino muy concentrado, y seis onzas de sona destilada, cuya gravedad específica ha regulado Mr. Faujas de Saint Fond, eu razon de 5. á 53, tespeto al ayre que nos circunda.

Para la inflamación de este Gaz, se requiere la concurrencia, ó contacto del ayre atmosférico; pero quanto mas mezciado está con este último, mayor es la violencia y detonación al incendiarse: de suerte, que encerrando una porción de Gaz bien puro, y de ninguna manera combinado, con el ayre atmosférico en una botella de cuello algo estrecho, y aplicandole la llama de una vela, «mienza á arder muy leutamente, y se vé en la botel a una llama verdiosa, que se mantiene hasta la consunción tonal del Gaz, en cuyo intermedio á pesas se siente calor en la botella, y es de notar que la detenación no solo vería por razon de la quantidad sino tambien de la cualidad del avre que se le acresa.

quantidad, sino tambien de la qualidad del ayre que se le agrega.

Establecidos estos principios, bien podrémos juzgar que las exálaciones fosféricas á que etnibuye el Abate Para la formación de las Auroras boreales, no son otra cosa que el Gaz infiamable. Que el Gaz sea capaz de elevarse hasta la altura de dicz y seis lepuas, y mas, se evidencia con la siguiente experiencia: la máquina Aerostática de Montgoliter, en que fueron elevados en Francia el Márques de Arlandes, y Mr. Pilatre de Rozier, el dia 21 de Noviembre de 1783: pesaba con toda su carga de 16 á 17. quintales, y llegó á subir á lo menos á la altura de tres mil pies Franceses, segua Fanjás de Saint Fond, que hacen como un quarto de legua Española, no conteniendo dentro un verdadero Gaz, sino un ayre atmosférico entarecido por el calor de las materias que se quemaban en su brascero-cuya gravedad especifica se graduaba como de 4. à 9. respeto del ayre exterior;

(VI.)

pues si habiera esta máquina contenido un Gaz mucho mas ligero, como es el del fierro, y aún mas el del zine, que como diximos es su gravedad específica en razon de 5 á 53. con el ayre atmosférico ; quanta mayor hubiera sido su elevacion? ó si el peso que tevia de llevar consigo dicho Gaz, en luzar de diez y siete quintales habiera sido ecro, pues concurriendo ambas circunstancias imaginete quanto mas pudiera haberse elevado. A mas de e-tro, como el asunto de Gazes es reciente, y hay mucho que investigar en él: na tie negará que la tierra naturalmente puede producirlos mucho mas ligeros, y puros que los que se extraên por artificio, y aún el arte mismo por medios que todavie se iguoran.

Una vez elevado este Gaz hasta la altura en que llega à equilibrarse con el ayre de aquella parte superior de la atmósfera, es verosimil que al tiempo de incendiarse, no se halle todo tan exèclamente mezclado en todos sus partes con el ayre atmosférico, que lo circunda, que deje de haber en él unas porciones mas cargadas de Gaz, y otras de dicho ayre en distintas caneidades de donde resulta la mayor tranquilidad en la inflamacion de las ures, y la mayor rapidéz de las otras, que es lo que motiva la diversidad de fenómenos que se notan como flamas, reaplandores, glebos de fuego. 8c. al modo que vémos en los fuegos artificiales los varios cheftos que causan tanto en los colores, como en la duración y estrépito, las distintas dosis de azutre, nitro y demas que se emplean en su construcción, y la mas ó nemos libertad de dichas matetias para comunicarse en su inflamación con el ayre circunvecino.

En quanto à formarse estas Auroras en las inciones boreales, digor que hablendo en ellas Velcanes, como aseguran muchos Autores, hay por consiguiente azufre, y este abunda de ácido viniólico. El Conde Bufon, y ouros atiman la existencia de Minas de fierro, y de iman en dichas regiones, y en particular en la Laponia; ques si se dan Minas de imán, ó neiro, y acido vitriólico es muy regular que se forme alli este Gaz, ó aunque se produzca en enas partes, vaya á parar en aquellas en virtud de la atraccion Magnifica, to ser su magnia firma.

nética por ser su materila férrea.

Mensieur de la Lande atribuye, en lo total, la formamación de este Metéoro á la electricidad, y pareciendome que no faita et a cosa que explicar en mi sistema, sino el modo como

(VIL.)

Le enciende este Gaz, digot que en esto solo influye la Electricidad, pues los distintos efectos que obra ésta suponen materia, disposicion, y qualidad, y así como al encontrar en las partes inferiores de la atmósfera exllaciones de nitro, y azotre, á próposito forma de ellar relampagos, y rayos, así tambien, concurriendo en las partes superiores con el Gaz inflamable en quien concurren las qualidades, y disposicion que hemos dicho, forma de él la referida Asrora boreal.

reletida Autora boreal.

Para confirmacion de lo d'cho, házase un tubo de vidrio de dos tercias, ó media vara, pargado de ayre lo mas que se pueda, y certado herméticamente de modo, que el poco ayre que resta dentro casi esté tan raro como el Gaz. Si se toina com una mano este tubo por una de sas extremidades, y pre la otra se aplica al conductor de la máquisa. Eétrica, al punto se vé iluminaise le interior del tubo por toda su lengitud; quando se conoce que la luz se va debilitando, solo con frotar el tubo con la otra mano, ó tomarlo con ella por la otra extremidad se reauína la luz, centelléa de tiempo en tiempo, y dispara rayos de luz de un lado á otro, y en fia hace efectos sem jantes á los de la Autora boreal; y suelen durar hasta velute y quatro horas, sia necesitarse de nueva electrizacion.



CON LAS LICENCIAS NECESARIAS: Impreso en México en la Oficina de los Horederos del Lic. D. Joseph de Jauregui, Calle de San Bernardo. Año de 1789.

Comentarios sobre el libro *Química, Universo, Tierra y Vida*, de Alfonso Romo de Vivar y Guillermo Delgado. Fondo de Cultura Económica. 2011

José Luis Mateos

Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510. México, D. F.

Agradezco al doctor Alfonso Romo de Vivar la invitación para hacer un comentario en la presentación del libro que se ha vuelto a editar después de 25 años en que salió a la luz por primera vez en 1987. La Colección "Ciencia para todos" es un esfuerzo enorme para que la juventud estudiosa e inquieta de México encuentre con facilidad la información que se requiere para entender la grandeza y la importancia de una ciencia como la Química. Nosotros, los químicos decimos que la Química está en todas partes y con orgullo decimos que "todo es Química". Todo está hecho de materia: el Universo, el cuerpo humano, las plantas, los animales, los minerales, los océanos, el aire y todo lo que nos rodea. Pronto aprendemos que las reacciones químicas, la forma de las moléculas, la energía que tienen las sustancias y la que se requiere para efectuar los cambios complicados de la Naturaleza, también es Química. Hay una Química, más o menos sencilla, y todos pronto captamos que hay átomos y moléculas; ya lo sabían los griegos en la antigüedad. Y luego entendemos que hay una Química sencilla de reacciones que entendemos y podemos escribir sus fórmulas, pero muy pronto nos damos cuenta de la complejidad de la vida y no se diga de la difícil química de la salud y la enfermedad.

Cuando ya no podemos escribir fórmulas nos sentimos algo perdidos y nos conformamos con entender un poco de la Química usual de la vida diaria y la que podemos explicar mejor.

Yo me puse a meditar un poco sobre lo que escribiría en un libro de 170 páginas dirigido a un alumno de secundaria o de preparatoria sobre lo que es la Química y porqué es tan importante, tan extensa y tan interesante esta ciencia, y realmente felicito a los autores de este libro por la selección de temas que han hecho. Creo que si nosotros los químicos hiciéramos una lista de temas importantes a tratar para un alumno de esta edad o nivel, coincidiríamos en la gran mayoría de los temas que se describen en el libro.

Pienso que hay una inclinación del libro hacia ciertos temas como son los productos naturales, lo cual me explico de inmediato por el interés personal de los autores sobre estos temas que han investigado durante muchos años. Pienso también que cada libro tiene cierta personalidad por los temas que trata y aquí observo cierta inclinación a la química orgánica, lo cual también es explicable. Como sugerencia, para futuro,

Nota editorial. Palabras pronunciadas por el Dr. José Luis Mateos, Profesor Emérito de la UNAM, en la presentación del libro *Química, Universo, Tierra y Vida*, Fondo de Cultura Económica, 2011, realizada el 1 de marzo del 2012 en el Centro Cultural Bella Época, Librería Rosario Castellanos. Col. Condesa, México, D. F.

podría considerarse ampliar los temas de química inorgánica o los temas relacionados con las industrias químicas, como son la Petroquímica y los polímeros sintéticos.

El título "Química, Universo Tierra y Vida" me parece muy interesante porque desde el Capítulo 1 se refleja el interés sobre el Universo y su inicio hace 14,000 millones de años, el famoso Big Bang o la Gran explosión, y la formación de las galaxias y las estrellas. El hablar o escribir un poco sobre este tema es un buen principio para entender la Química, no tan sencilla, pero sí muy interesante de la formación del Universo, de nuestro Sol y finalmente de nuestro planeta Tierra. Este tema es apasionante y el conocer o inquietar a los jóvenes alumnos sobre nuestros orígenes y el origen de la vida en la Tierra es necesario. Creo que es un buen acierto para meditar sobre estos temas y dar la idea de átomos, de núcleos, de isótopos y presentar al gran químico Dimitri Medeleyev y su tabla periódica. Ahora los niños aprenden pronto que existe hidrógeno y oxígeno, y saben desde la primaria la fórmula molecular del agua, y creo que a los jóvenes les gustaría más la Química si se las explicáramos mejor y si la aprendieran junto con algunos experimentos sencillos. Me pareció excelente que en las primeras páginas los autores dediquen un buen espacio para explicar lo importante que es el agua, sus propiedades físicas y porqué es la base de la vida; porqué puede ser vapor, y porqué puede estar en estado sólido, y sus consecuencias en los famosos icebergs o en los glaciares, así como lo grave que es la falta de agua, como bien lo hemos visto en el Norte del país en esta época del año.

La descripción histórica de los trabajos de Stanley Miller en 1953 y la formación de aminoácidos como glicina y alanina a partir de sustancias sencillas como agua, metano hidrógeno y amoniaco mediante descargas eléctricas introducen e inquietan a un joven estudiante para captar la idea de lo que es posible obtener mediante reacciones y mediante experimentos ingeniosos. A mí me tocó saber de estos experimentos cuando se publicaron en 1953, y armaron un buen revuelo de comentarios en el Instituto de Química, en donde hace 59 años el Dr. Alfonso Romo de Vivar y yo éramos jóvenes haciendo nuestra tesis de licenciatura en el antiguo Instituto ubicado en Tacuba, junto a la entonces Escuela de Ciencias Químicas. Qué bueno que se menciona esto en el libro porque se presta a comentarios adicionales y a recomendar lecturas complementarias como pueden ser las del libro del Dr. Antonio Lazcano de la Facultad de Ciencias de la UNAM sobre el origen de la vida, evolución química y evolución biológica, que se menciona en la bibliografía de este capítulo.

La historia sigue muy bien en el capítulo 2 donde se explica la formación de nuestro sistema solar hace 4,600 millones de años, y como se formaron después los planetas y sus lunas. Seguro que muchos estudiantes van a reflexionar sobre este enorme número de años en que el mundo se estaba formando. Como reflexión complementaria se le da el peso adecuado a la formación del carbono, del fullereno y como habiendo tanto hidrógeno, tenía que combinarse con el carbono para formar metano – parece que no había otro remedio-. Si se formó metano, entonces se formaron otros hidrocarburos y se describen bien en el libro sus múltiples arreglos y formas. Tengo la impresión de que los autores son astrónomos aficionados porque tratan con gran maestría la Química relacionada con la formación de los planetas y de las lunas, pero también nos van introduciendo gradualmente a la complejidad de la Química Orgánica.

Si ya tenemos un Sol, luz y sustancias orgánicas, parece lógico continuar explicando qué es el espectro electromagnético, los distintos tipos de radiación y sus energías, y lo que son las reacciones fotoquímicas, y porque algunos no tenemos problema con la vitamina D_2 y otros que no reciben radiación solar se vuelven medio raquíticos. La Química sigue, explicando la importancia de la clorofila y como transforma la energía luminosa en energía química y se produce la glucosa y otros azúcares, y así sucesivamente se explica todo muy bien hasta llegar a la fórmula de la hemoglobina, y como ésta transporta el oxígeno al cuerpo.

De paso, ya que estamos en el cuerpo, algo se explica del cerebro y sus complejas funciones. Creo que más vale no complicar la explicación para el estudiante –se crea el interés, pero se deja la complejidad para otros niveles-. Entre otros temas trata sobre el envejecimiento y sin darnos esperanzas de que no vamos a envejecer, se le echa la culpa a los radicales libres y a la oxidación; tan fácil que sería tomar antioxidantes o capturar a los radicales libres y no envejecer.

De aquí nos brincamos a la parte más orgánica y a los productos naturales, sobre los usos mágicos y medicinales de las plantas, y esta parte esta llena de datos interesantes y de sorpresas. Desde conocer lo listos que eran los chinos que hace 4,000 años ya sabían del uso de una planta llamada *changshan* contra la malaria, la cual tiene como principio activo a una substancia llamada febrifugina. Por eso están ahora los chinos donde están, desarrollados y prósperos.

No podía faltar - y qué bueno que se incluye en el libro - la descripción del famoso libro del médico indígena Martín de la Cruz, quien escribe en náhuatl el uso medicinal prehispánico de numerosas plantas en 1552. La traducción al latín fue realizada por Juan Badiano e intitulado *Libellus de medicinalibus indorum herbis*. Este es el famoso Códice Badiano, el cual es un libro muy bello que creo que cualquiera que estudie algo de Química debe conocer, o cuando menos algún día hojear para ver los dibujos, los colores y las recetas con las que se curaban los antiguos pobladores de estas tierras.

Por este motivo el rey de España en esos tiempos, Felipe II, envió a su médico – historiador, Francisco Hernández, a recopilar toda la información y después de varios años de trabajo (entre 1571 a 1577), compiló las descripciones de 3,076 plantas y sus usos medicinales.

La descripción del peyote como hongo mágico de los huicholes con los que podían predecir el futuro y luego la fórmula de la mezcalina, combina bien la tradición, el mito y el conocimiento químico de las sustancias. Me pareció muy interesante hablar de los productos naturales como principios activos y la dificultad para establecer su estructura molecular, como en casos como el alcanfor, una molécula sencilla de fórmula $C_{10}H_{16}O$, que les tomó a los químicos del siglo XIX más de 60 años de trabajo. No se diga la quinina que tomó casi 100 años conocer su estructura. Debe ser muy interesante para un joven de preparatoria conocer todo esto y pensar que la Química no es fácil, pero sí muy interesante.

Casi todos los químicos, aunque no se dediquen a los productos naturales, alguna vez en su vida caen en la tentación de descubrir algún principio activo a partir de su fuente natural. Yo no fui la excepción y en el Capítulo 5 encontré una referencia a un trabajo mío publicado hace 33 años, en 1979, en el Journal of the American Chemical Society sobre la estructura del principio activo de la especie vegetal conocida como zoapatle (que significa en náhuatl hierba de la mujer). Esta planta se describe en el Códice Badiano, escrito en 1552, como se mencionó anteriormente, donde se habla de su uso como oxitócico para facilitar el parto, y aquí la reflexión es que de 1552 a 1979 tomó 427 años para encontrar cual es el principio activo y cual era su estructura molecular. El zoapatanol, que es el principio activo, se sintetizó en los años ochentas del siglo pasado y se comprobó que es el responsable de la actividad. Se estudió por aquellos años la forma de sintetizarlo en forma industrial y como aprovechar mejor sus usos médicos. Para algunos estudiantes deben ser historias excelentes para comentar y para profundizar, levendo las referencias que se incluyen en el libro.

El capítulo 6 se refiere a la fermentación y a las modificaciones químicas; habla sobre el pulque y otras bebidas nacionales como el colonche de la tuna, el tesgüino del maíz y el pozol del maíz. Se da una buena idea de su preparación y también resulta interesante darle atención a la fermentación alcohólica, a la fermentación láctica y de otros tipos, hasta llegar a la descripción de cómo la fermentación se usó para obtener sustancias corticoides y cómo en 1952, mediante una biotransformación empleando el hongo *Rhizopus nigricans* fue posible introducir un grupo hidroxilo a la progesterona y formar la 11-alfa-hidroxiprogesterona, cosa que a un químico en 1952 le tomaba mucho tiempo por el gran número de operaciones sintéticas, y en este caso este descubrimiento llevó a sintetizar industrialmente a la cortisona, sustancia que a la fecha es de gran utilidad.

El capítulo sobre jabones, saponinas y detergentes, su fabricación y la importancia de la industria jabonera ilustra muy bien al lector sobre el uso diario de la Química en el hogar y sobre la limpieza necesaria en la sociedad moderna.

El capítulo 8 sobre hormonas me pareció una excelente introducción a la Química Agrícola, al comportamiento del vegetal y a la importancia del clima, de los inhibidores de crecimiento, del proceso de crecimiento y de muchos otros factores relacionados. Se toca el tema de las feromonas y su intere-

sante química en la agricultura, hasta abordar la importancia de las hormonas sexuales de los seres humanos, así como el papel que desempeñan en la reproducción y en la atracción sexual. Se menciona la preparación química de hormonas humanas a partir de sustancias de origen vegetal, en particular, la preparación de la progesterona a partir de la diosgenina, mediante la secuencia de reacciones denominada degradación de Marker. Me pareció un capítulo muy interesante, posiblemente algo más complicado para un estudiante de educación media, pero que seguramente despertará interés para profundizar más en el tema con la guía de un maestro adecuado.

Finalmente, el capítulo 9 versa sobre guerras y accidentes químicos, creo que se ofrece una buena idea de cómo el uso incorrecto de las sustancias químicas para fines bélicos es algo que debe regularse y que los ejemplos que aquí se incluyen y los daños que causaron, por ejemplo, en la primera guerra mundial con el gas mostaza o con la sarina, así como con herbicidas que pueden destruir rápidamente especies que han tomado muchos años para su desarrollo, deben ser motivo de preocupación. La Química está en todas partes y puede ser buena o mala según el uso que se le dé. El capítulo concluye explicando el accidente de Bhopal, en la India, en 1984, en que la fuga de isocianato de metilo mató y dejó dañadas a miles de personas, y es una llamada importante sobre el uso correcto de las sustancias químicas.



Fig. 1. Invitación a la presentación del libro.

Creo que *Química, universo, Tierra y vida* es un muy buen libro de divulgación de la Ciencia y es un esfuerzo importante de los autores por la difusión de la ciencia, en especial la Química, ya que no hay muchos libros de divulgación. No es fácil escribirlos, es más fácil criticarlos.

Felicito a los autores y les auguro un gran éxito. Gracias.

Presentación del libro *Química, Universo, Tierra y Vida*, de Alfonso Romo de Vivar y Guillermo Delgado. Fondo de Cultura Económica. 2011

Gabriel Cuevas

Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510. México, D. F.

Dr. José Luis Mateos Gómez, Profesor Emérito de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México; Dr. Alfonso Romo de Vivar Romo, Investigador Emérito del Instituto de Química y autor del libro que presentamos hoy aquí; Dr. Guillermo Delgado Lamas, Investigador Titular del Instituto de Química y también autor del Libro; Profesor Martí Soler, Gerente General del Fondo de Cultura Económica, nuestro anfitrión el día de hoy; estimados colegas que nos acompañan hoy aquí, señoras, señores, amigos todos.

La manera en la que Bill Bryson (1951-) presenta su libro Una breve historia de casi todo (publicado en 2003), permitanme felicitarlos por estar aquí, porque para esto, y cito a Bryson: "tuvieron que agruparse de algún modo, de una forma compleja y extrañamente servicial, trillones de átomos errantes. En una disposición tan especializada y tan particular que nunca se ha intentado antes y solo existirá una vez" ... "el porqué se tomaron esta molestia los átomos es todo un enigma. Ser tu, no es una experiencia gratificante a nivel atómico. Pese a toda su devota atención, tus átomos no se preocupan en realidad por ti, de hecho ni siquiera saben que estas ahí. Ni siquiera saben que ellos están ahí. Son partículas ciegas que no están vivas" ... "sin embargo, por la razón que sea, durante el período de tu existencia, tus átomos responderán a un único impulso riguroso: que tu sigas siendo tu. Así que demos gracias a los átomos. Pero el hecho de que tengas átomos y que se agrupen de esa manera servicial es sólo parte de lo que te trajo aquí. Para que estés vivo aquí y ahora, en el siglo XXI," en este auditorio, esperando la presentación del magnifico libro de los Drs. Alfonso Romo de Vivar y de Guillermo Delgado, "y seas tan listo para saberlo, tuviste también que ser beneficiario de una secuencia excepcional de buena suerte biológica. Para sobrevivir debes estar dispuesto a cambiarlo todo (forma, tamaño, color, especie) y hacerlo reiteradamente. Así que en los últimos 3800 millones de años, has aborrecido a lo largo de varios períodos el oxígeno y luego lo has adorado, has desarrollado aletas, y extremidades y unas garbosas alas, has puesto huevos, has chasqueado el aire con una lengua bífida, has sido satinado, peludo, has vivido bajo la tierra, en los árboles, has sido tan grande como un ciervo y tan pequeño como un ratón y un millón de cosas más." Fin de la cita

Nota editorial: Palabras pronunciadas por el Dr. Gabriel Cuevas, Director del Instituto de Química de la UNAM, en la presentación del libro *Química*, *Universo, Tierra y Vida*, Fondo de Cultura Económica. 2011, realizada el 1 de marzo del 2012 en el Centro Cultural Bella Época, Librería Rosario Castellanos. Col. Condesa, México, D. F.

El libro que presentamos hoy tiene que ver con todo lo químico que está aquí implicado. Dice José Manuel Sánchez Ron en las notas preliminares del Tratado Elemental de Química de Antoine Lavoisier (1743-1794) "La Química es una ciencia omnipresente, su objeto los elementos y compuestos (naturales o artificiales) de los que está formada la naturaleza, nos rodea por todas partes y mantenemos con ellos una relación que sin duda se puede clasificar de íntima. La Química está en el aire que respiramos, en los alimentos que consumimos en los medicamentos con los que combatimos enfermedades o disfunciones corporales, en los perfumes con los que nos rociamos y también, claro, en los materiales de las casas en las que nos alojamos y trabajamos y de la ropa que vestimos. Otras ciencias básicas habían iniciado sus caminos modernos muchos años antes que la química, al disponer de obras que con justicia se podrían llamar clásicas y funcionales. La matemática con Los elementos de Euclides (325-265 aC), la Física con los textos como De revolutonimus orbium celestium de Copérnico (1473-1543) o el incomparable Philosophiae Naturalis Principia Mathematica de Newton (1642-1727). Con el Tratado elemental de Química Lavoisier terminó definitivamente la era de la alquimia e inició la de la Química, estableciendo las bases de la química Moderna y su lenguaje."

Así, no existe química al simplemente experimentar los fenómenos en los que está implicada, existe en el momento en el que reflexionamos sobre ella y para llevarnos a ese terreno, el Libro *Química, Universo, Tierra y Vida* constituye un material muy valioso, pues introduce en el lector conceptos fundamentales de esta disciplina. El manejo de los conceptos con soltura es fundamental para que se inicie el proceso de creación. Así, sin conocimientos básicos y cultura científica amplia no hay manera de crear ciencia, es decir, no hay investigación científica. Lamentablemente cada vez más nos alejamos de la posibilidad de formar individuos cultos en ciencia en aras de una formación exprés. Las consecuencias de esto las veremos en el mediano plazo, cuando la miopía de futuro haga irreversible el error y quienes tengan que remediarlo tengan todo género de dificultades para lograrlo.

El libro que nos ocupa hoy ha sido todo un éxito editorial, su primer tiraje, cuando el Dr. Romo de Vivar era autor único fue de 10,000 ejemplares, le siguieron varias reimpresiones, que si soy conservador podríamos colocar en otros 10,000. Aquí mencionaré el papel fundamental que dio Maricarmen Farías al impulsar el concurso para leer la ciencia para todos, en el que se premiaban las mejores reseñas producto de la lectura del libro. Me comentó el Dr. Romo de Vivar que recibió



Fig. 1. Participantes en la presentación del libro: Guillermo Delgado, José Luis Mateos, Alfonso Romo de Vivar, Gabriel Cuevas, Martí Soler, y los miembros del cuarteto de cuerdas *Dos Naciones*: Marta Olvera, Bárbara Klessa (atrás), Erika Ramírez y Mónica del Águila.

reseñas de todo el país, algunas de ellas extraordinarias. Hoy el texto se ha renovado respecto al anterior. Se corrigieron algunos errores y se mejoraron sustancialmente los dibujos en esta edición.

Agradezco al Fondo de Cultura Económica su interés en publicar esta obra, que permite el que el trabajo emanado del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México llegue al público que habla el castellano, con la esperanza de que más obras llamen su atención y nos ayude a producirlas.

El Año Internacional de la Química (AIQ) concluyó pero nos dejó algunas deudas. Una de ellas era la publicación del libro que nos ocupa hoy y –claro- su presentación. Uno de los objetivos del AIQ fué ponderar la contribución de la mujer en este campo. Así surge la idea de celebrarlo en el centenario del otorgamiento del Premio Nobel de Química a Madame Curie (1867-1934) por el aislamiento del radio y del polonio, ya que años antes había ganado el Premio Nobel de Física por el descubrimiento de la radiactividad.

Hoy nos acompaña el Cuarteto de cuerdas *Dos Naciones* porque podemos considerar a la música de cuarteto como lo más refinado de la música de concierto. El grupo musical esta integrado por cuatro extraordinarios músicos. Hemos hecho coincidir el que Polonia es el país de origen de Madame Curie y de las Maestras Marta Olvera y Bárbara Klessa, y por parte

de México Erika Ramírez y Mónica del Águila, quienes interpretaron el segundo cuarteto de cuerdas de Alexander Borodin (1833-1887). Aquí tenemos otra importante coincidencia: Borodin, además de ser músico, se formó inicialmente como químico en la Academia Imperial de Medicina y Cirugía de San Petersburgo bajo la supervisión del célebre químico Nikolai Zinin (1812-1880). Su tesis doctoral trató sobre la analogía de los ácidos fosfórico y arsénico, sus relaciones químicas y toxicológicas.

Alguna vez platicando con la Maestra Marta Olvera me decía que en el cuarteto notaba cierta forma diferente de escribirlo. Que incluso habían comentado entre los músicos durante los ensayos que se percibía cierto carácter peculiar. ¿Será la forma como un químico expresa la música? Eso no lo sabremos nunca, pero lo que sí sé -y agradezco- es el talento que nos permitió disfrutar de una espléndida versión del segundo cuarteto de Borodin, quien el año en el que se doctoró como químico, publicó su primera sinfonía.

Finalmente, deseo que el libro siga teniendo un éxito ahora renovado; agradezco a los doctores Alfonso Romo de Vivar y Guillermo Delgado su iniciativa, al Cuarteto *Dos Naciones* su interpretación y a Ustedes por su atención.

Muchas Gracias