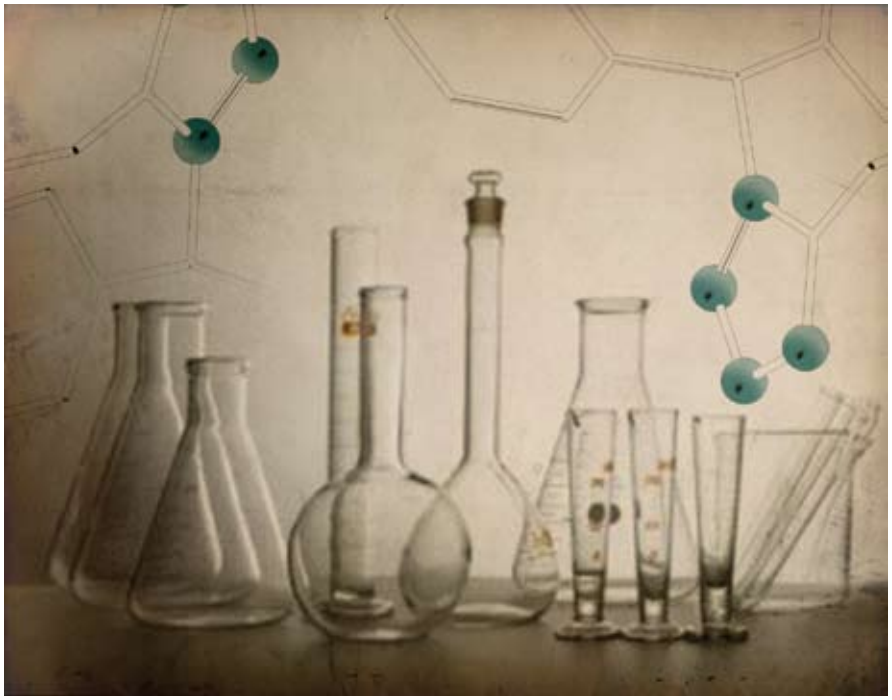
BOLETÍN *de la* SOCIEDAD
QUÍMICA
de MÉXICO

ENERO - ABRIL 2010

Bol. Soc. Quím. Méx. **2010**, *Vol. 4,* No. 1



Historia y desarrollo de la Química en México. Seminario "Memoria e Historia: la comunidad de químicos mexicanos cuenta su historia"

Bol. Soc. Quím. Méx. **2010**, *Vol. 4,* No. 1
ISSN 1870-1809
México, D.F.

www.bsqm.org.mx

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. 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. *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
Jesús Valdés Martínez
Julia Verde Star

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

BOLETÍN *de la* SOCIEDAD
QUÍMICA
de MÉXICO

(Bol. Soc. Quím. Méx.)

Contenido

Volumen 4, Núm. 1

Hacia la construcción de una historia social de las instituciones de investigación en México
Mina Kleiche Dray y Andoni Garritz Ruiz 1

El Cinvestav: del origen hasta hoy. Un breve recorrido
María del Jesús Rosales Hoz 5

Testimonio en torno del desarrollo de la estereoquímica
Eusebio Juaristi 10

Energética electroquímica en el Departamento de Química del CINVESTAV
Omar Solorza Feria 18

La creación del departamento de física y química de la UAM-Iztapalapa
Leopoldo García-Colín Scherer 22

Los primeros años del departamento de química en la UAM-I
Ricardo Gómez 24

La etapa de consolidación del Departamento de Química de la UAM-I
José Luis Gázquez Mateos 27

Semblanzas de los autores 34

Editorial

Bol. Soc. Quím. Méx. **2010**, *4(1), 1-4*
© 2010, Sociedad Química de México
ISSN 1870-1809

Hacia la construcción de una historia social de las instituciones de investigación en México*

Mina Kleiche Dray[1] y Andoni Garritz Ruiz[2]

[1] UMR 201 (Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne - IRD), Paris. Estancia en el Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México. Mina.Kleiche@ird.fr

[2]Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Escolar, Ciudad Universitaria. México 04510, D. F. andoni@unam.mx

El tema de este segundo número especial del *Boletín de la Sociedad Química de México* implica recopilar las ponencias de la segunda etapa del seminario "Memoria e Historia: los químicos mexicanos cuentan su historia", en el cual el objetivo es presentar el proceso de institucionalización de la química en México a través testimonios en torno de la creación y la evolución de las instituciones más destacadas que se dedican a la investigación química en México. En esta ocasión se tomaron dos Departamentos de Química de alta productividad científica: el de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I), y el del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional.

Hay que agregar también en este momento que ya publicamos dos testimonios (José Luis Mateos Gómez y Javier Padilla Olivares) en torno de la Facultad de Química de la UNAM en el volumen 3 número 1 de esta misma publicación. Igualmente en ese número se incorporaron otros dos artículos en los que se describe el desarrollo del área de Química Analítica, tanto en la UNAM (escrito por Alain M. Quéré Thorent) como en la UAM-I (escrito por Alberto Rojas Hernández y María Teresa Ramírez Silva) [1].

La institucionalización (normas y prácticas) se define como "un proceso sucesivo de consolidación de conceptos, patrones normativos, modelos de organización y de esquemas reguladores de interacción e intercambio de valores sociales y culturales" [2]. Ésta se concibe como resultado de la aceptación social de cierta actividad, la cual se lleva a cabo como una función socialmente importante y aceptada. Dicho proceso se encuentra sometido a la existencia de normas que regulan la conducta en un campo determinado de actividades.

Las disciplinas científicas son conformadas mediante el proceso de institucionalización. Una institución o las pautas de institucionalización se definen como el conjunto de principios reguladores que organizan la mayoría de las actividades de los individuos de una sociedad en pautas organizativas definidas, desde el punto de vista de algunos de los problemas básicos de la sociedad [3].

Para que la institucionalización ocurra se requiere de un equipo, personal entrenado y de una compleja organización que lleve a cabo "la fusión de los elementos epistémicos y de los no epistémicos" [4], lo cual sólo puede darse cuando existe la aceptación de las condiciones necesarias para el funcionamiento de cierto tipo de estructura social.

Generalmente, la institucionalización responde a demandas sociales o intereses económicos. Va acompañada de la concentración de recursos humanos o de infraestructura, que obedece a la existencia de una actividad específica y manifiesta, que puede ser aprovechada con diferentes finalidades; y debe proyectar hacia el entorno las propiedades de la institución. Entre otras cosas, la institucionalización define los papeles y características dentro de un cierto margen de acción, previamente definido.

Por otro lado, los involucrados en cualquier proceso de institucionalización tienen intereses cognitivos en alguna disciplina en particular. En el caso de la institucionalización de una disciplina científica, los investigadores también adquirieron papeles que les proporcionaron remuneraciones y recompensas simbólicas como prestigio y honores. En una palabra obtuvieron el reconocimiento de los demás miembros de la sociedad [5].

Históricamente, la institucionalización de disciplinas científicas ha acontecido en las instituciones de educación superior.

La enseñanza de las ciencias exige condiciones perfectamente definidas en la estructura del sistema social, así como unos prerrequisitos culturales de conocimientos existentes. Éstos se dan a conocer, en gran medida, a través de los mecanismos de la institucionalización.

La investigación científica se hace generalmente en lugares particulares que ofrecen a los investigadores la posibilidad de practicar su actividad. Se trata en general de laboratorios de investigación agrupados dentro instituciones más amplias: universidades u otros establecimientos de educación superior; organismos o centros de investigación privados o públicos, ya sea empresas, hospitales, asociaciones, etc. Es a estos niveles que se organiza la investigación científica. Estas instituciones pueden tener las capacidades de estructurar los grupos, de manejar los dispositivos de evaluación, de distribuir el presupuesto y de manera general, lo que es necesario para llevar a cabo los estudios.

Analizar el contexto histórico del proceso de institucionalización de la investigación científica de un país es fundamental para entender las características del sistema nacional de investigación. Cada sistema nacional es único y específico

* Mina Kleiche-Dray y Andoni Garritz Ruiz, compiladores y editores.

y es un elemento clave para entender hoy los discursos de una gran parte de los líderes del país, que expresan la necesidad de aumentar las interacciones entre la academia y el sector productivo.

En México, la historia de las instituciones científicas no ha recibido mucha atención, a pesar que la ciencia moderna y sus instituciones fueron concebidas y materializadas en él desde el siglo XIX. Muy pocos historiadores se han ocupado de analizar la actividad científica, con la excepción de algunas obras de carácter general sobre la universidad —en particular trabajos sobre el papel de Justo Sierra en la construcción de la unidad y la pluralidad de conocimientos en la Universidad Nacional— y algunos historiadores de la educación o profesionales de estas mismas instituciones, que publicaron algunas crónicas de las instituciones docentes (testimonios, programas de estudio, reglamento, legislación, punto de vista político, organizativo, financiero, etc.) [6].

Sin embargo desde hace unos pocos años, y sobre todo de manera más sistemática en el seminario "La Institucionalización de la docencia e investigación científicas en México" se tomó la cuestión de la institucionalización a través los estudios sobre la instituciones de investigación y docencia, en que el grupo de trabajo se enfocó sobre el periodo del siglo XIX y principios del XX [7].

A continuación de este trabajo pionero, el objetivo de nuestra publicación es justamente el de participar en la construcción de la historia de las instituciones de docencia e investigación científica durante el siglo XX y de una disciplina particular, la química, periodos y disciplina que recibieron mucho menos atención que todas las otras, desde cualquier perspectiva.

Así, en el caso de la química identificamos en trabajos históricos anteriores tres etapas [8]:

- La educación superior en química para la industria mexicana (1916-1939) [9];
- El Instituto de Química de la UNAM y la educación de una nueva generación de químicos: autonomía de la química como campo científico;
- La consolidación de la autonomía de la química: desconcentración institucional y diversificación de la investigación en la química (años 1965 a 1976).

Estas etapas corresponden a la creación de varias instituciones de educación superior y de investigación en química con características específicas.

Así con la creación en 1935 del Consejo Nacional de la Educación Superior y de la Investigación (CONESIC), que tuvo como principal actividad la de elaborar planteamientos para la creación de Institutos de Investigación y apoyar el desarrollo de la educación superior y el fortalecimiento de la actividad científica, que Lázaro Cárdenas procuró a través de su reorganización.

Estas acciones impactaron el desarrollo institucional de la química: la reforma de la Escuela de Ciencias Químicas de la UNAM en 1935, la apertura de varias universidades estatales dentro las cuales se crearon varias instituciones para la enseñanza de la química tales como: la Escuela de Química y Farmacia de la Universidad Autónoma de Nuevo León (que inició en el año 1931); la Facultad de Química de la UASLP (1934), la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, que en 1937 estableció los planes de estudios de las carreras de Farmacia y de Químico Fármacobiólogo. Este movimiento siguió durante el gobierno de Manuel Ávila Camacho (1940-1946), pero se le añadió la creación del primer instituto especializado en la investigación en la química, el Instituto de Química en 1941, la de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en 1944, especializada entre otros en los estudios sobre los procesos bioquímicos y biotecnológicos, con la de la carrera de ingenieros químicos industriales, confirmada por la creación de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) [10].

Sin embargo, estas dos Escuelas, así como la de Ciencias Químicas, que se creó en 1916, se dedicaron más a la formación de profesionales y a estudiar y mejorar los procesos de producción, que a la química por ella misma o a la formación de académicos. Todavía en 1986 varios autores concluyeron que "aproximadamente 15% de los licenciados en química realiza tareas netamente científicas y el resto está dedicado a servicios de operación, mantenimiento, análisis de rutina, ventas y administración en la industria" [11, p. 36].

Así, históricamente la industria extractiva y la modernización industrial basada en la petroquímica, fueron los principales impulsores del desarrollo económico del país, cuando la actividad científica debería haber jugado un papel principal para apoyarlo. Sin embargo, el desarrollo de la actividad en la investigación química y su conexión con la producción no surgió en estos casos.

Fue la investigación en el campo de la química de los esteroides, concentrada en el Instituto de Química de la UNAM, impulsada por el sector industrial, donde la investigación se utilizó cono una estrategia para el desarrollo industrial y como factor de inversión, lo cual permitió la construcción de un nicho de anticipación para la química en el México del siglo XX.

Así, hasta finales de los años 30 la enseñanza de "la química y su práctica se concibieron como una actividad técnica modulada por la existencia de una industria química cuya tecnología es en gran medida dependiente del exterior" [11, p. 35]; con la creación del Instituto de química ocurrió un cambio hacia otra dirección.

Posteriormente el Estado jugó un papel importante al crear una política científica que permitiera el apoyo dirigido hacia la investigación *per se*; lo cual, a su vez, permitió la diversificación de los temas de investigación, la creación de nuevas instituciones y, como consecuencia, la consolidación de la autonomía de la actividad científica: la química dentro de ella. Hasta 1987 [12] se reconoció la existencia de posgrados que otorgaban 30 grados diferentes de Maestría (21) y Doctorado (9).

La desconcentración institucional y diversificación de la investigación en la química se dio en el periodo de 1965 a 1976, con los siguientes hechos:

— Creación en 1965, en la UNAM, de la División de Estudios Superiores (División de Estudios de Posgrado desde 1977), con lo que se transformó la Escuela Nacional de Ciencias Químicas en Facultad de Química [13].
— Creación de otros institutos de investigación en química en otros lugares, lo que reforzó la diversificación de los temas en la química y su distribución a lo largo del país:
— Creación del departamento de Química del Cinvestav en 1965, siguiendo los objetivos del Centro en cuanto a formar investigadores especialistas a nivel de posgrado y expertos en diversas disciplinas científicas y tecnológicas, así como la realización de investigación básica y aplicada de carácter científico y tecnológico, aunque también para preparar profesores para las escuelas de química y expertos para las industrias químicas;
— La creación de nuevas líneas de investigación en la Escuela de Ciencias Biológicas, del Instituto Politécnico Nacional;
— La inauguración de la escuela de Ciencias Químicas en Puebla en 1963;
— En 1966, un centro de investigación aplicada en el Instituto Mexicano del Petróleo, en el campo de la petroquímica (catálisis, polímeros y fertilizantes);
— En 1974, el Departamento de Química de la UAM de Iztapalapa que desarrolló química cuántica, electroquímica y catálisis;
— En 1976, el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) en Saltillo, Coahuila.

Además de esta construcción histórica de los principales eventos que impactaron la creación de las instituciones que se dedican hoy a la investigación química, nos parecía relevante complementarlos con una historia más viva, gracias a los testimonios de los protagonistas que vivieron como profesionales de este campo periodos clave de la vida de la instituciones más destacadas.

Así nos interesamos en hacer con ellos recorridos sobre el origen y la evolución de las instituciones : ¿en qué condiciones surgieron y a que demandas sociales respondieron?, cómo se organizaron los trabajos?, ¿qué contenidos se enseñaron y se enseñan hoy?, ¿qué tipo de investigación manejan?, ¿a quiénes se enseña?, ¿en qué áreas y qué temas se investiga?, ¿cuál es la orientación de los centros e institutos que se dedican a la química?, ¿cómo las instituciones contribuyeron a la consolidación de la disciplina en el país?, y ¿cuáles son las fortalezas y debilidades de las instituciones de investigación química en México?

Por eso fuimos a buscar y a recoger dentro el marco de seis sesiones la presentación de testimonios de varios químicos en torno de la creación de dos de las más importantes instituciones que se dedican a la docencia y a la investigación de la química: los departamentos de Química del CINVESTAV y de la UAM-Iztapalapa.

La primera parte se dedica en tres testimonios a presentar el Departamento de Química del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN), el primero a partir de un recorrido desde su creación, y de otros dos en torno del desarrollo de dos aéreas específicas, la estereoquímica y la electroquímica:

1) “Del origen hasta hoy: un breve recorrido” por María del Jesús Rosales Hoz,
2) “Testimonio en torno del desarrollo de la estereoquímica” por Eusebio Juaristi Cosío.
3) “Energética electroquímica en el Departamento de Química” por Omar Solorza Feria

La segunda parte se enfocó a ceder la palabra a una historia del origen, los primeros años y la consolidación del departamento de Química de la UAM-Iztapalapa:

1) “La creación del departamento de física y química de la UAM-Iztapalapa” por Leopoldo García Colín Scherer.
2) “Los primeros años del departamento de la UAM-I” por Ricardo Gómez.
3) “La etapa de consolidación del Departamento de Química de la UAM-I” por José Luis Gázquez Mateos.

Los protagonistas siguieron el mismo esquema de presentación contestándonos a las mismas preguntas, ya incluidas arriba.

Esperamos que en los próximos años tengamos la oportunidad de seguir con este trabajo de compilación con otras instituciones de la república, en particular las que se encuentran fuera del Distrito Federal, para completar este de trabajo necesario de construcción de archivos orales.

Recientemente [14] se ha propuesto una serie de acciones para contribuir a valorar el estado de la química en el país y cooperar a la generación de soluciones a sus problemas y a la proposición de estrategias para su desarrollo en el siglo XXI. Entre ellas se tienen:

- La formación de centros regionales de investigación química;
- La formación de centros regionales sobre investigación educativa de las ciencias (como el que se abrió en octubre de 2005 por el Cinvestav en Monterrey, Nuevo León);
- Establecer la vinculación necesaria para actuar como gremio en forma concertada ante las decisiones tomadas en relación con la química por las instancias gubernamentales;
- Propugnar por la acreditación y certificación en el área química de profesionales con una sólida formación científica, para resolver los múltiples problemas de los sectores industrial, de salud, ambiental y legal, con la conciencia y el compromiso de lograr el beneficio social.
- Para erradicar la dependencia tecnológica del país, fomentar la creación de los departamentos de inves-

tigación y desarrollo de las empresas, a través de los estímulos fiscales necesarios.

Ya veremos en futuras entregas cómo han marchado todas estas cuestiones y propuestas en los siglos XX y XXI en un mayor número de instituciones dedicadas al crecimiento de la ciencia central en México.

Referencias

1. Kleiche-Dray, M.; Garritz Ruiz, A. (compiladores), Memoria e Historia: Los químicos mexicanos cuentan su historia. Número temático del *Boletín de la Sociedad de Química de México* **2009**, *3*, Número 1. Enero-Abril, pp. 2-71. Los artículos citados en el texto son:
   Mateos Gómez, J. L.; Garritz Ruiz, A., Historia del Posgrado en Química de la UNAM. Los estudios superiores y, luego, de posgrado: 1945-2000, *Bol. Soc. Quím. Méx.* **2009**, *3*, 32-37.
   Padilla Olivares, J., Facultad de Química de la UNAM. 1967, un paso a la modernidad, *Bol. Soc. Quím. Méx.* **2009**, *3*, 38-49.
   Quéré Thorent, A. M., La cooperación franco-mexicana y el desarrollo de la química analítica en la facultad de Química de la UNAM, *Bol. Soc. Quím. Méx.* **2009**, *3*, 50-57.
   Rojas Hernández, A.; Ramírez Silva, M. T., La investigación en Química Analítica en México en los albores del siglo XXI: Una visión desde el área de Química Analítica de la Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa, *Bol. Soc. Quím. Méx.* **2009**, *3*, 58-68.
2. Díaz Barriga, A.; Pacheco Méndez, T. (Coords.). *Los procesos de la institucionalización académica en universitarios: Institucionalización académica y evaluación*. México: CESU, **1997**.
3. Pérez Sedeño, E., *Institucionalización de la ciencia, valores epistémicos y contextuales: un caso ejemplar*, en *Cuadernos Pagu* **2000** (15).
4. Saldaña, J. J. (coordinador). La Casa de Salomón en México. Estudios sobre la institucionalización de la docencia y la investigación científicas, México D.F, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, **2005**, p.27.
5. Whitley, R., *The intelectual and social organization of sciences*, New York, Oxford University Press, second edition, **2000**.
6. Saldaña, J. J. *op.cit*.
7. Se trata del Seminario de la UNAM apoyado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación tecnológica (PAPIIT), coordinado por el Profesor Juan José Saldaña, a partir del cual se publicó en 2005, el libro de la cita 4 de este artículo.
8. Kleiche-Dray, M.; Casas-Guerrero, R. La institucionalización de un campo científico: el caso de la química en México en el siglo 20. *Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, **2008**, *14*,(28), 47-73.
9. Chamizo, J. A.; Garritz, A.; Kleiche-Dray, M., Memory and History: The Mexican Community of Chemists Tells Its Story, in J. R. Bertomeu-Sánchez, D. Thorburn Burns and B. Van Tiggelen (eds.), *Proceedings of the 6th International Conference on the History of Chemistry*, Leuven, Belgium, Pp. 575-580, August **2007**. See URL http://www.euchems.org/Divisions/History/EIC.asp with a mouse click in Chapter 62.
10. Kleiche Dray, M., From the unitary process to the engineering process: Emergence of the chemical engineering in Mexico, in *The 7th International Conference on History of Chemistry. Consumers and Experts: The uses of chemistry (and Alchemy).* 2-5 August. Sopron Hungary, 10 pages, **2009**.
11. Ruiz Azuara, L.; Garritz, A.; Robledo, A.; García Colín, L.; Gómez Lara, J.; García Jiménez, F.; Soriano, M.; Contreras, R.; Lehmann, P. A.; Aceves, J. M., Diagnóstico y análisis de la química en México, *Ciencia y Desarrollo*, **1986**, No. 66, 35-42.
12. Garritz, A. (Coordinador); Aceves, J. M.; Alarcón, A.; Capella, S.; Domínguez Vargas, O. Belausteguigoitia, P., La División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química de la UNAM, *Ciencia y Desarrollo* **1986**, No. 68, 71-89.
13. Garritz, A.; Rius de Belausteguigoitia, P. La División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química de la UNAM. *Ciencia y Desarrollo*, **1968**, *68*, 71-89.
14. Costas, M. (Coordinador); Contreras, R.; Garritz, A.; Rojas, A.; Sección de Química en: De la Peña, J. A. (editor), *Estado actual y prospectiva de la ciencia en México*, (pp.190-201). México D.F.: Academia Mexicana de Ciencias, **2003**.

Bol. Soc. Quím. Méx. **2010**, *4(1), 5-9*
© 2010, Sociedad Química de México
ISSN 1870-1809

El Cinvestav: del origen hasta hoy. Un breve recorrido

María del Jesús Rosales Hoz

Departamento de Química del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Av. Instituto Politécnico Nacional 2508, Col. San Pedro Zacatenco, C.P. 07360 México, D.F.
mrosales@cinvestav.mx

Resumen. El Departamento de Química del Cinvestav se fundó en 1965 con varios investigadores extranjeros. Este grupo pionero pone en marcha, en 1966, los programas de maestría y doctorado en Química Orgánica y Fisicoquímica con los que inició sus tareas docentes el departamento. Desde 1966 hasta 1990, estos programas de Posgrado son conducidos por varios investigadores, mexicanos y extranjeros, contratados a lo largo del tiempo. Estos cambios, dieron lugar a una ampliación en las líneas de investigación que se cultivaban en el departamento, al introducir temas relacionados con la química inorgánica. Es en 1990 cuando el Colegio de Profesores del Departamento realizó una modificación fundamental en el Posgrado, al implementar un Programa de Doctorado directo en Química Orgánica, Química Inorgánica y Fisicoquímica. Es en ese año, 1990, que me incorporo al Departamento de Química; primero como profesor visitante y posteriormente como profesora contratada. El Programa de Posgrado sufre una adecuación adicional en 1998 con la creación del Programa de Doctorado en Ciencias Químicas, un programa en el que se intenta fortalecer la existencia de proyectos interdisciplinarios que le permitan al estudiante en formación tener una imagen más global de algunos problemas químicos. El Departamento ha llegado ya a los 43 años de vida. En ese tiempo, se han formado muchos de los investigadores que ahora trabajan en diversas instituciones de los estados de la república y en el extranjero. Su Programa de Posgrado ha permanecido en el Padrón de Posgrado del CONACYT desde que este fue creado, siempre teniendo el máximo nivel de calidad otorgado. El reto diario es, no solamente permanecer sino mejorar. Trato de aportar mi mejor esfuerzo para conseguir este propósito.

Hablar del Departamento de Química sin hablar antes del proceso de creación y la filosofía del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav, de aquí en adelante) sería un proceso incompleto, así pues voy a dedicar un poco de espacio para introducir al lector en el camino que llevó a la creación del Cinvestav.

El Cinvestav, fue fundado en 1961 por decreto presidencial. El objetivo del Cinvestav es "formar investigadores especialistas a nivel de posgrado y expertos en diversas disciplinas científicas y tecnológicas, así como la realización de investigación básica y aplicada de carácter científico y tecnológico" [1].

Sin embargo, el proceso de gestación del Centro se inició bastante tiempo antes y hubo varios factores que influyeron en hacer posible su nacimiento. La semilla inicial parece haberse originado en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del Instituto Politécnico Nacional. El Ing. Manuel Cerrillo, quién había colaborado en la creación del Instituto Politécnico Nacional y profesor de esta escuela sentía que hacía falta un lugar en donde los estudiantes que egresaban de ella pudieran continuar sus estudios y al mismo tiempo generar el conocimiento, y las tecnologías, que el país necesitaba.

El ingeniero Cerrillo decidió el mismo complementar su formación, realizando estudios de posgrado para lo cual se trasladó, en 1939, al prestigiado Instituto Tecnológico de Massachusets (MIT, por sus siglas en inglés). Allí se puso en contacto con un destacado científico mexicano, el doctor Manuel Sandoval Vallarta. El ingeniero Cerrillo compartió con el doctor Sandoval su inquietud acerca de una escuela de Graduados para el Instituto Politécnico Nacional. En esas épocas, México sufría una profunda transformación en muchos aspectos y el área de investigación era una de ellas.

El Presidente Lázaro Cárdenas, había abierto las puertas del país a cientos de refugiados españoles que huían de la guerra civil y del régimen franquista que se impuso. Entre esos refugiados se encontraban muchos de los más destacados hombres de ciencia, artistas y humanistas españoles de la época [2]. A su llegada a México estos estudiosos ayudaron a crear las bases de centros de investigación en México. La Casa de España, refugio inicial de algunos de los humanistas que llegaron a México, ayudó a la creación del Instituto de Química de la UNAM, cuyo primer jefe de investigación fue don Antonio Madinaveitia Tabuyo, un refugiado español. La misma casa de España se transformaría después en el Colegio de México, institución de gran prestigio en donde la enseñanza e investigación en humanidades se convirtieron en símbolo de calidad.

A través del tiempo, el ingeniero Cerrillo contagió de su inquietud sobre la Escuela de Graduados a otras personas como Eugenio Méndez Docurro y Víctor Bravo Ahuja y juntos sugirieron algunos de los objetivos de la propuesta.

En 1958 toma posesión como Presidente de la República el licenciado Adolfo López Mateos. El mostró su intención de apoyar al Instituto Politécnico Nacional. Fue en esta coyuntura que el ingeniero Méndez Docurro y el doctor Cerrillo le expusieron su idea al Presidente quién expresó interés y pidió que el proyecto fuera encabezado por algún científico mexicano de renombre.

Si bien el candidato ideal parecía ser el propio doctor Cerrillo, éste rápidamente declinó argumentando que no era conocido en México y que, a las pocas personas que lo conocían, no les caía bien. Una búsqueda llevó rápidamente al

nombre del doctor Arturo Rosenblueth, fisiólogo mexicano que trabajó en la Universidad de Harvard en Estados Unidos y que regresó a México para incorporarse al Instituto Nacional de Cardiología. Cuando se le planteó al doctor Rosenblueth la propuesta de dirigir la Escuela de Graduados del IPN, aún en proceso de gestación, él decidió aceptar pero planteando una serie de modificaciones al proyecto inicial [3].

Para empezar él solicita se cambie el nombre de la nueva institución a algo que incluya la palabra investigación. El doctor Rosenblueth opina que llamarla escuela limitaría su visión y podría evitar el desarrollo de la visión que él tenía en la que un estudiante graduado debía aprender haciendo investigación. Él opina que una institución de esta naturaleza debe contar con independencia académica y financiera. Él propone entonces el nombre de Centro de Investigación y de Estudios Avanzados.

Algunas ideas del doctor Rosenblueth delinean el espíritu de la naciente institución. Algunas tales como: "La erudición pura y libresca invariablemente degenera en pomposidad pedantería y dogmatismo. Por el contrario la investigación sanea prejuicios y enseña modestias, porque los errores del investigador son frecuentes" o "El trabajo científico no se aprende en textos, ni monografías, ni revistas científicas; se aprende por la práctica con otro investigador" o "Un investigador activo no sólo tolera sino que busca y prefiere a los estudiantes que lo superen" se convierten en parte de la filosofía de la institución.

Él quería que el Cinvestav fuera una institución de gran calidad académica y en su opinión: "Sólo son buenas aquellas instituciones que preparan discípulos superiores a sus maestros y que lo hacen de forma consciente y generosa".

Con estas ideas se completa un proyecto que se concreta el 17 de abril de 1961; el mismo día en que se lleva a cabo la frustrada invasión a Bahía de Cochinos en Cuba; cuando el Presidente de la República firma el Decreto de Creación del Cinvestav [1] que se convierte así en un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios. Su misión: desarrollar investigación científica y tecnológica de frontera, formar líderes en ciencia y tecnología para el país y desarrollar la tecnología para resolver problemas de interés nacional.

En esa época era muy común en México que los investigadores tuvieran varios empleos pero el Dr. Rosenblueth solicitó para los investigadores del nuevo Centro salarios adecuados que permitieran exigirles dedicación exclusiva al Cinvestav ya que, en su opinión: "La multiplicidad de lealtades y compromisos conduce a un dilema insoluble: si se atiende solamente a uno, no se es honrado con los otros; si se intenta respetar a todos, no se podrán presentar más que resultados mediocres e incompletos".

De igual manera él propuso que los contratos de los investigadores fueran por tiempos definidos y renovables de acuerdo al desempeño. Esto evitaría que los investigadores, por desidia, falta de interés o pereza, dejaran de llevar a cabo las tareas para las que habían sido contratados.

La construcción de los primeros edificios del Cinvestav se inició en los terrenos de Zacatenco que fueron asignados para ello. El lugar, cercano al Cerro del Chiquihuite, se encontraba bastante aislado en sus primeros años.

Foto 1. Instalaciones del Departamento de Química en la Unidad Zacatenco del Cinvestav.

El Departamento de Química no fue de los departamentos iniciales. Fue hasta 1965 que surge como un Departamento de Ingeniería Química. Ese mismo año el Presidente de la República, licenciado Gustavo Díaz Ordaz, inaugura nuevas instalaciones del Cinvestav entre las que se encontraba el Departamento de Química.

Para la conformación de la planta académica del nuevo departamento se tuvo que recurrir a la contratación de profesores extranjeros ya que no había muchos investigadores mexicanos interesados en unirse al Cinvestav. En los primeros años llegaron al departamento Joseph Hertz (suizo, químico de esteroides), Tihomil Marcovic (yugoslavo, electroquímico), Douglas McEachern (norteamericano, termoquímico), Achilles Dlugajczik (polaco, fisicoquímico orgánico), Pedro Lehman (mexicano, química biológica) y Pedro Joseph Nathan (mexicano, productos naturales) [4].

Estos pioneros, dieron inicio al Programa de Maestría y Doctorado en Química Orgánica y Fisicoquímica en 1966. El primer Maestro en Ciencias formado en el Departamento se graduó en 1969. En ese Programa se graduaron 26 Doctores y 108 Maestros en Ciencias que se incorporaron a diversas instituciones de educación en el país y en el extranjero. Sin embargo un análisis del programa mostró que los estudiantes necesitaban muchos años para poder obtener el grado de doctor; un estudiante se tardaba en promedio, entre 8 y 9 años en obtener el doctorado después de haber obtenido la licenciatura. Este tiempo era demasiado largo.

En el período de 1970 a 1990 se contrataron varios profesores, tanto extranjeros como mexicanos. Destacan los nombres de la Dra. Rosalinda Contreras Theurel, quien había obtenido su doctorado en Francia y quien inicia trabajo de investigación en la química de elementos representativos, y el doctor Eusebio Juaristi Cosío, llegado de Estados Unidos y especialista en estereoquímica y análisis conformacional. Con el tiempo ellos se convertirían en personajes destacados del ámbito científico nacional. La doctora Contreras se convierte en Directora General del Cinvestav, mientras que el doctor Juaristi se convierte en miembro de El Colegio Nacional, entre otros reconocimientos.

Como la mayoría de los profesores que habían llegado del extranjero habían regresado a sus países de origen, en el tiempo que el doctor Manuel Ortega se convierte en Director del Centro; en los años 80; se hace un esfuerzo importante para contratar nuevos profesores mexicanos que pudieran convertirse en el pilar de apoyo en las tareas de investigación y formación de recursos humanos. Para ello se contrata a algunos de los estudiantes más destacados próximos a graduarse en el propio departamento, a quienes se les pide que realicen una estancia post-doctoral en el extranjero, antes de incorporarse como profesores de tiempo completo en el Departamento.

Al tiempo que se incrementa la planta de profesores, se hace también un esfuerzo por fortalecer la infraestructura experimental. Se consiguen recursos para adquirir equipos de resonancia magnética nuclear (RMN) y de difracción de rayos X de monocristal. También se mejora el equipamiento de los laboratorios de termoquímica y electroquímica.

La llegada de nuevos profesores al departamento trae consigo la apertura de nuevas líneas de investigación. Se abren proyectos en química organometálica y se fortalece el grupo de investigadores que desarrolla investigación en química de los elementos representativos. La llegada de equipos de RMN, motiva a los estudiantes a aprender más sobre esta poderosa técnica. Inicia así una forma de trabajo que cambió el estilo que se acostumbraba en otras instituciones al permitir que los estudiantes de posgrado se entrenaran en el manejo de los equipos y, después de aprobar un examen, pudieran manejarlo directamente. Esto permitió optimizar el uso de estos equipos ya que se autorizó a los estudiantes a utilizarlos en las horas en que no había técnicos prestando el servicio.

En 1989, el Colegio de Profesores del Departamento inicia la tarea de revisión del Programa de Posgrado del Departamento. Un análisis de las tendencias de estudio en otros países, lleva al Departamento a la conclusión de que es importante estimular la graduación de Doctores en Ciencia, más que de Maestros en Ciencia. De esta manera se instituye un nuevo Programa de Posgrado que consiste en un Doctorado directo; es decir un Programa en el que los estudiantes pueden ingresar directamente de la licenciatura, sin necesidad de obtener la maestría como requisito intermedio.

El Programa de Doctorado Directo en química orgánica, química inorgánica y fisicoquímica recibe a sus primeros estudiantes en 1990. La estructura del programa establece un programa de cursos, dependiente del área en la que se inscribe el estudiante, durante los primeros tres semestres y después el estudiante se dedica de tiempo completo a realizar investigación que se presentará en la tesis necesaria para obtener el título de doctor.

El Programa resulta atractivo para muchos estudiantes quienes, después de aprobar rigurosos exámenes de admisión, ingresan al Programa. Históricamente el Departamento ha recibido estudiantes de diversas universidades de provincia a la vez que llegan estudiantes del área metropolitana de la Ciudad de México que vienen del IPN, de la Universidad Autónoma Metropolitana o de la UNAM.

A lo largo de los años, se gradúan en este Programa 48 Doctores en Ciencias en las diferentes especialidades que se ofrecían.

En los años 90, se contratan nuevos profesores que permiten la apertura de una nueva línea de investigación en el departamento: química teórica. La introducción de esta área motiva a algunos profesores y estudiantes que trabajan en proyectos experimentales, a explorar cada vez más la utilidad de ésta, para tratar de explicar algunas características observadas en los compuestos que trabajaban. En algunas ocasiones, el estudiante necesitaba una mejor preparación en algunos temas para poder aprovechar de manera más amplia las herramientas computacionales.

Con esta visión, en 1998 se somete el Programa de Posgrado a un nuevo proceso de revisión y nace el Programa de Doctorado en Ciencias Químicas, que mantiene la estructura de Doctorado directo pero que permite que los estudiantes tomen cursos afines a varias áreas de la química de tal manera que pueda, con mayor facilidad, llevar a cabo un proyecto de investigación en el que se analice un problema químico desde varios puntos de vista. De esta manera hemos tenido estudiantes que han realizado proyectos que combinan síntesis con estudios electroquímicos o síntesis con estudios computacionales.

Es importante señalar que desde que el Conacyt instituyó el Padrón de Posgrado, los diferentes programas que se han tenido en el Departamento, han sido admitidos en el Padrón, siempre con la más alta categoría posible. Actualmente el Programa de Doctorado en Ciencias Químicas es uno de los tres Programas competentes a nivel internacional inscritos en el Padrón en el área de la química.

Sin embargo, me parece que la medida más importante del éxito, se da en los 155 Doctores en Ciencias graduados de los Programas del Departamento.

Estos investigadores trabajan ahora en instituciones de investigación y educación superior de la mayoría de las entidades del país. Algunos de ellos se han convertido en responsables de la operación de infraestructura experimental mayor, de técnicas que aprendieron en el Departamento, como son la resonancia magnética nuclear o la difracción de rayos X de monocristal.

Para complementar la formación de nuestros estudiantes, se ha realizado un esfuerzo constante de invitar profesores de otras instituciones, tanto nacionales como extranjeras, para impartir seminarios y cursos. Entre estos invitados destacan las figuras del profesor Bernd Wrackmeyer de la Universidad de Bayreuth en Alemania y del profesor Heinrich Nöth de la Universidad de Münich, también en Alemania. El primero, en múltiples estancias en el Departamento, nos ayudó a resolver muchos problemas de RMN y motivó a nuestros estudiantes a aprender más de esta poderosa técnica.

El profesor Nöth no solamente compartió con nosotros sus amplios conocimientos de química inorgánica y cristalografía de rayos X sino también su visión, y sus recursos, de cómo apoyar a los jóvenes investigadores mexicanos.

En 1998, el profesor Nöth decidió apoyar a nuestros estudiantes mediante la creación del premio “Young Scientist

Award" otorgado al estudiante del Departamento de Química, que presentara la mejor tesis doctoral en un año determinado. El premio consistía en un apoyo económico que el estudiante utilizaría para realizar una estancia de investigación en algún laboratorio del extranjero, de ser posible en Alemania, para conocer la forma de hacer investigación en otras instituciones. Este apoyo económico provenía de los recursos personales del profesor Nöth.

A lo largo de los años, los diferentes investigadores de diversas instituciones que nos hicieron el favor de fungir como jurados, tuvieron que realizar una ardua tarea para elegir cada año una tesis (¡hubo años en que tuvieron que elegir de entre doce!). La mayoría de estos jóvenes realizaron estancias de investigación en diversos laboratorios en Alemania, algunos en el propio laboratorio del profesor Nöth. Vaya nuestro profundo y eterno agradecimiento al profesor Nöth por todo su apoyo para con el Departamento.

En 2005 dos nuevos profesores fueron contratados en el Departamento. Ellos permitieron que se iniciaran proyectos de investigación en nuevas áreas de investigación: química biológica y química supramolecular. Se adquirió nueva infraestructura experimental como un equipo de resonancia paramagnética electrónica y un sintetizador de péptidos.

Es así que en 2009 se llevan a cabo proyectos de investigación en química orgánica que abarcan temas como estereoquímica y análisis conformacional, síntesis orgánica, productos naturales y aplicación de técnicas de RMN para la caracterización de compuestos. En química inorgánica se desarrolla trabajo en la química de elementos representativos, química de coordinación, química organometálica y metaloneuroquímica.

En el área de termoquímica se instrumentan técnicas experimentales para determinar propiedades moleculares (energías de enlace, resonancia, efectos estructurales), mientras que en electroquímica se realizan estudios de reactividad de especies orgánicas e inorgánicas activadas por transferencia electrónica heterogénea. También se llevan a cabo estudios de electrocatálisis y diseño y elaboración de celdas de combustible.

El grupo de química teórica trabaja con la teoría de funcionales de la densidad y desarrolla los programas deMon y AllChem. Se está trabajando en la aplicación de la química teórica para la predicción de algunos espectros (RMN) de moléculas orgánicas y organometálicas y en la comprensión de la estructura de moléculas de interés biológico y algunos materiales.

Los profesores que actualmente formamos parte del departamento cubrimos un amplio panorama de temas de investigación. Sin embargo estamos conscientes de la necesidad de un proceso continuo de evolución. Un aspecto más que hay que considerar es que ya hay pequeños grupos de químicos en otras sedes del Cinvestav. La semilla sigue creciendo. De esta manera, en la Unidad Mérida hay un grupo de químicos que trabaja en el estudio de problemas de corrosión y otros estudios electroquímicos. En la Unidad Coahuila hay un grupo de químicos trabajando en problemas de contaminación y energía. En la Unidad Querétaro, un pequeño grupo trabaja en aspectos de química de materiales. La iniciación de trabajos de investigación en el área de química biológica, también ha estrechado los lazos con el grupo de bioquímicos de la Unidad Irapuato.

El departamento ha atravesado varias crisis de diferente tipo; económicas y de relaciones humanas; a lo largo del

Foto 2. Algunos de los ganadores del "Young Scientist Award" con el profesor Heinrich Nöth.

Foto 3. Alumnos y personal del Departamento después de colaborar en el traslado del acervo de la biblioteca.

tiempo. Hemos aprendido mucho de ellas. Seguramente seguiremos aprendiendo de malos momentos pero en mi memoria conservo muchos buenos momentos.

Un ejemplo de esos buenos momentos se dio en 1996 cuando se cambió la biblioteca del departamento a nuevas instalaciones en un edificio cercano. Se solicitó a todos los integrantes del departamento, empleados y estudiantes su apoyo para hacer el cambio de la manera más rápida y eficaz. En tan solamente dos días se cambió la mayor parte del acervo mediante una cadena humana que tomó los ejemplares de su librero en la vieja biblioteca para colocarlo en su colocación correcta de la nueva biblioteca. Fue un trabajo de equipo eficiente y agradable. Cuando terminamos, se tomó esta fotografía.

Los miembros del equipo cambian. El espíritu de trabajo debe permanecer. Es nuestra tarea mantenerlo vivo.

Bibliografía

1. Diario Oficial de la Federación. Decreto de creación del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I. P. N. Diario Oficial de la federación, 6 de mayo de **1961**. Diario Oficial de la Federación 24 de septiembre de 1982.
2. Capella, S.; Chamizo, J. A.; Garritz, J.; Garritz, A. La huella en México de los químicos del exilio español de 1939, en *Científicos y humanistas del exilio español en México* [versión preliminar], Bolívar, A. (coord.), México: Academia Mexicana de Ciencias, **2006**. Pp. 155-172.
3. (a) Contreras, R. El Departamento de Química. El Cinvestav: Trayectoria de sus Departamentos, Secciones y Unidades 1961-2001. M. de Ibarrola, P. Cabrera, R. Asomoza, E. Frixione, A. García, M. A. Pérez-Angón y S. Quintanilla. Editores; Cinvestav, México **2002**. (b) Contreras, R. El Departamento de Química del Cinvestav. *Rev. Soc. Quím. Méx.* **2001**, *45*, 115-119.
4. Quintanilla, S. Recordar hacia el mañana. Creación y Primeros años del Cinvestav: 1960-1970. Cinvestav, México. **2002**.

Bol. Soc. Quím. Méx. **2010**, *4(1), 10-17*
© 2010, Sociedad Química de México
ISSN 1870-1809

Testimonio en torno del desarrollo de la estereoquímica

Eusebio Juaristi

Departamento de Química del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Av. Instituto Politécnico Nacional 2508, Col. San Pedro Zacatenco, C.P. 07360 México, D.F.

Resumen. A lo largo de 30 años de trabajo en el Departamento de Química del Cinvestav hemos realizado varios temas importantes en el área de la estereoquímica, desde el análisis conformacional de compuestos heterocíclicos hasta la síntesis asimétrica utilizando productos naturales como sustratos de partida ("acervo quiral"), auxiliares quirales, así como ligantes y organocatalizadores quirales. Entre los productos quirales sintetizados destacan diversos aminoácidos que presentan actividad biológica relevante. Recientemente, hemos llevado también a cabo la síntesis de péptidos que incorporan β-aminoácidos. Dichos péptidos no naturales son relevantes por varias razones; por ejemplo, presentan una mayor resistencia a la hidrólisis enzimática, propiedad útil en el desarrollo de fármacos más efectivos y en el control de plagas, como el mosquito que transmite el dengue [22].

En éstos y otros estudios han participado más de un centenar de estudiantes (Fotografía 7 al final de este escrito), quienes se han graduado como doctores (33), maestros (23) o licenciados en Química (54). Muchos de ellos son ahora investigadores independientes, que contribuyen al avance de la Química en México. Trabajar con ellos (muchos de sus nombres aparecen en la bibliografía de este artículo) ha sido lo más satisfactorio para mí.

En esta contribución presentaré algunos logros alcanzados por mi grupo de investigación en el periodo 1979-2009. En particular, nuestro trabajo se enmarca principalmente en el área de la estereoquímica, y se pueden delinear tres temas principales:

1. Análisis conformacional de compuestos heterocíclicos.
2. Síntesis asimétrica de β-aminoácidos y β-péptidos. Se describirá la preparación enantioselectiva de β-aminoácidos α-sustituidos quirales a partir de derivados del ácido β-aminopropiónico.
3. Contribuciones en el área de la organocatálisis asimétrica. Se informarán resultados en la aminación enantioselectiva con bases de Bronsted quirales, así como la reducción enantioselectiva de cetonas proquirales mediante diazaborolidinas novedosas.

Mi propia trayectoria

Tendría unos 12 años cuando el personaje central de una película de Walt Disney —un joven de 18 años que realizaba experimentos en el laboratorio ubicado en el sótano de su casa— despertó en mí la vocación por explorar e inventar cosas. Al terminar la Preparatoria, y gracias a una beca gestionada por mi abuelo, Gregorio Juaristi Ostendi, en el Club Rotario de Querétaro me decidí por estudiar la Licenciatura en Ciencias Químicas (LCQ) en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). La mayor parte de mis amigos y compañeros en el "Tec" estudiaban Ingeniería Química, por lo que estuve a punto de cambiarme de carrera, pero el doctor Xorge A. Domínguez, Jefe del Departamento de Química del ITESM (fotografía 1), me hizo ver la belleza, orden de fundamentos y enorme potencial de la química orgánica, y supo mantener en mí el entusiasmo por la investigación científica, así que me convenció continuar en la LCQ.

Dos eventos marcaron mi camino en 1970, cuando cursaba el tercer año de la licenciatura: [1] durante las vacaciones de verano fui aceptado como ayudante de investigación en los laboratorios Syntex de la ciudad de México. Personas como Pierre Crabbé, Paul Ortiz de Montellano y Esperanza Velarde me introdujeron al mundo de la síntesis de sustancias con actividad biológica valiosa. Además, Miguel Ángel Vera, compañero en el "Tec" que también realizaba prácticas profesionales en Syntex, me introdujo antes que nadie a los conceptos recién propuestos por Woodward y Hoffmann acerca de la relevancia de la simetría de los orbitales moleculares sobre la viabilidad y las consecuencias estereoquímicas de una reacción concertada [2]. En diciembre de 1970 asistí becado ("cargándole los

Foto 1. El doctor Xorge A. Domínguez (fotografía tomada en mayo de 1980).

gises" al doctor Domínguez) a un curso corto de estereoquímica y análisis conformacional impartido en la Universidad Autónoma de Guadalajara por los doctores Ernest L. Eliel, Pedro A. Lehmann y Xorge A. Domínguez. Me gustó tanto el material que se nos presentó, que la estereoquímica se convirtió en el tema central de mi trabajo ulterior. En particular, ahí mismo me puse de acuerdo con el doctor Eliel para realizar estudios de doctorado bajo su supervisión una vez que terminara la licenciatura en Monterrey (fotografía 2).

En agosto de 1972 inicié cursos y el trabajo de tesis doctoral en el grupo de Eliel en la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill (UNC-CH por sus siglas en inglés), becado por la propia UNC. Mi tesis doctoral consistió de cuatro proyectos: dos relacionados con el desarrollo de nuevas reacciones estereoselectivas de compuestos organometálicos y dos con el análisis conformacional de moléculas orgánicas heterocíclicas. En dos ocasiones inolvidables tuve la oportunidad de presentar en público los resultados derivados de dichos trabajos: en el congreso de la American Chemical Society que se llevó a cabo en agosto de 1976 en la ciudad de San Francisco, EUA (fotografía 3), y en mi examen final de doctorado, en marzo de 1977.

Durante el desarrollo de mi trabajo de tesis doctoral consulté varias veces los artículos publicados por los doctores Andrew Streitwieser y Dieter Seebach, a quienes admiré desde entonces. No es pues sorprendente que en 1977-1978 haya realizado una estancia posdoctoral con Streitwieser en Berkeley. Años más tarde, pasé dos recesos sabáticos (1985-1986 y 1992-1993) con Seebach en el E. T. H. (Politécnico) de Zurich.

En 1979, mientras experimentaba lo que era trabajar en la empresa farmacéutica Syntex en Palo Alto, California, recibí una invitación para visitar el Departamento de Química del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional. Conocí entonces a mis futuros colegas (Josef Herz, Pedro Joseph-Nathan y Rosalinda Contreras, entre otros), así como al doctor Manuel Ortega, entonces Director del Cinvestav. Este último jugó un papel determinante para que yo decidiera regresar a México como profesor investigador: efectivamente, la hospitalidad y jovialidad del doctor Ortega me hicieron sentir que el Cinvestav era la institución que me convenía, porque podría tener mi propio laboratorio y me sentiría a gusto trabajando con gente así.

Al incorporarme al Cinvestav en septiembre de 1979 tuve la enorme suerte de tener como jefe al doctor Fernando Walls (fotografía 4), quien me brindó su apoyo para instalar el laboratorio y poder recibir en mi grupo de investigación a los primeros tesistas de licenciatura y estudiantes de maestría. El doctor Walls también me distinguió con su amistad sin restricciones, una amistad que crecería con los años [3] y que atesoraré por siempre.

Con el respaldo de los doctores Fernando Walls Armijo y Saúl Villa Treviño obtuve recursos económicos de la Secretaría de Educación Pública para organizar en mayo del año 1980 un curso de estereoquímica en la Universidad de Guanajuato. Así fue posible invitar como instructores a mis maestros de 1970: Domínguez, Eliel y Lehmann. Además, con el material impartido en este curso se escribió un libro intitulado "Tópicos Modernos de Estereoquímica" [4], que al paso del tiempo dio lugar a otros libros de texto, tanto en español como en inglés [5] (fotografía 5). Considero que estos libros, así como los cursos de estereoquímica impartidos en diversas ciudades de México y el extranjero [6] han dado un impulso significativo al estudio y la aplicación de la estereoquímica a varios niveles.

Con relación a mi trabajo de investigación debo admitir que he corrido con bastante suerte: he contado con la ayuda de muchos estudiantes capaces tanto de licenciatura como de maestría y doctorado (alrededor de 130 al paso de los años). Asimismo, aunque siempre hemos tenido que ser bastante cuidadosos con los recursos otorgados por el Cinvestav, el Conacyt y otras instituciones, prácticamente ningún proyecto se ha abandonado por falta de reactivos o instrumentación —"Dios aprieta pero no ahorca".

Foto 2. Momento (diciembre de 1970) en el que el doctor Xorge A. Domínguez (izquierda) me recomienda con el doctor Ernest L. Eliel (centro) para realizar estudios de posgrado en su grupo de investigación.

Foto 3. Mi padre (Eusebio Juaristi Milanesio, 1926-1983) viajó a la ciudad de San Francisco para estar conmigo en mi primera presentación en un congreso de la American Chemical Society (San Francisco, agosto de 1976).

Foto 4. El doctor Fernando Walls (fotografía tomada en 1994).

Ejemplos de investigación en estereoquímica desarrollada en el Departamento de Química del Cinvestav

Para describir algunas de las investigaciones que hemos realizado, quiero mencionar que las observaciones y los resultados inesperados nos han conducido al desarrollo de algunas de nuestras contribuciones más importantes. Un ejemplo de lo anterior es lo que descubrimos accidentalmente en uno de los primeros proyectos que abordamos. La idea era aprovechar el compuesto **1** en un procedimiento de homologación de un sustrato carbonílico (figura 1).

Independientemente de que esta idea pudo ser llevada a cabo con éxito por Bárbara Gordillo [7], al analizar el espectro de resonancia magnética nuclear de **1** observamos señales muy peculiares que sólo pudimos explicar en términos de una orientación axial (y no ecuatorial) del grupo fosforilado en el anillo heterocíclico (figura 2).

En vista de su gran tamaño, la conformación axial del grupo difenilfosfinoílo parecía increíble en aquel entonces (principios de los años ochenta) pero se pudo confirmar de varias maneras, en especial mediante la obtención de una "fotografía" de la molécula por difracción de rayos-X utilizando los cristales de **1** aislados por Lucía Valle (figura 3).[8]

Posteriormente nos dedicamos durante más de una década a explicar la naturaleza y los alcances de lo que constituye un "efecto anomérico en el segmento molecular azufre-carbono-fósforo" [9]. A su vez, Gabriel Cuevas y yo pudimos constatar que los efectos estereoelectrónicos responsables del efecto anomérico se ponen de manifiesto en la magnitud de la constante de acoplamiento a un enlace C-H [10].

También fue de manera inesperada como Roberto Martínez y yo descubrimos uno de los primeros ejemplos en los que la conformación "eclipsada" de una molécula es más favorable que su conformación "alternada". En efecto, un concepto básico en el análisis conformacional es que las moléculas adoptan conformaciones con los enlaces vecinos alternados (la figura 4a muestra el caso del etano) y no eclipsados. Por lo tanto, fue muy sorprendente encontrar el primer ejemplo registrado de una molécula que presenta tres pares de enlaces vecinos eclipsados (Molécula **2** en la figura 4b) [11].

Foto 5. "Tópicos Modernos de Estereoquímica" (LIMUSA, 1983), "Introducción a la Estereoquímica y al Análisis Conformacional" (SEP, 1989) e "Introduction to Stereochemistry and Conformational Analysis" (Wiley, 1991 y 2000).

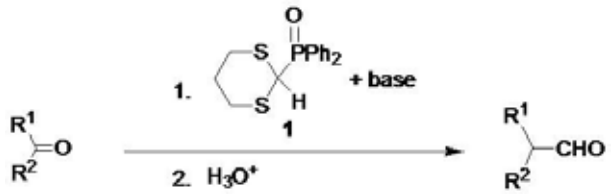


Fig. 1. Homologación de compuestos carbonílicos mediante el heterociclo **1**.[7]

Fig. 2. Predominio de la conformación axial en el equilibrio conformacional de **1** [8].

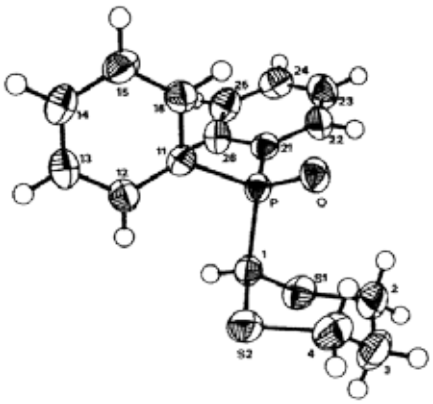


Fig. 3. Vista en perspectiva de la estructura molecular de **1**, donde se confirma la orientación axial del grupo fosfinoílo.[8]

Síntesis asimétrica de β-aminoácidos y β-péptidos

Cuando uno se dedica al trabajo de investigación es muy conveniente mantenerse informado y actualizado de los avances realizados por otros colegas. Así, además de la lectura de las revistas científicas y de la participación en congresos nacionales e internacionales es muy provechoso realizar estancias en otros grupos de investigación [12]. En mi caso, la estancia sabática que realicé en el grupo del Dr. Dieter Seebach (E.T.H.-Zurich, fotografía 6) resultó determinante para el rumbo que tomarían mis proyectos de investigación. Durante dicho período sabático en Suiza (1985-1986) trabajé en la síntesis enantioselectiva de α-aminoácidos, que era y sigue siendo un tema "de punta". En el método desarrollado por Seebach, un α-aminoácido barato y aquiral como es la glicina se convierte en α-aminoácidos quirales y enantioméricamente puros mediante la secuencia de reacciones que se presenta en la figura 5.

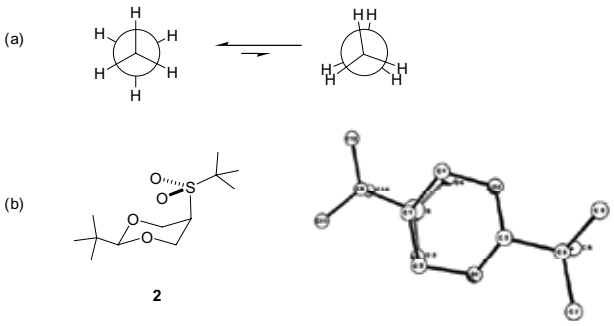


Fig. 4. (a) Conformación alternada en el etano. (b) Conformación eclipsada en el compuesto heterocíclico **2** [11].

Foto 6. Albert Beck (izquierda), Dieter Seebach (centro) y E. Juaristi en Zurich, 1992.

Al regresar a México después del año sabático, tuve una idea relativamente simple, que me permitiría aprovechar la experiencia adquirida en la síntesis asimétrica de aminoácidos, pero lo suficientemente diferente y novedosa: ¿es posible llevar a cabo la síntesis enantioselectiva de β-aminoácidos a partir del ácido β-aminopropiónico? (figura 6).

La idea planteada en la figura 6 no necesariamente era buena pues el centro de quiralidad inductor en el heterociclo **3** se encuentra bastante alejado del segmento donde se genera el nuevo centro de quiralidad (marcado también con un asterisco en el producto final). Sin embargo, el proyecto merecía la pena ya que a finales de los años 1980 se contaban con los dedos de una mano los trabajos en la literatura abocados a la síntesis enantioselectiva de β-aminoácidos, y de éstos ninguno era eficiente. Esta situación me pareció sorprendente pues los β-aminoácidos son compuestos relevantes; por ejemplo, son fundamentales como materia prima para la síntesis de β-lactamas, que son compuestos que presentan actividad como antibióticos (penicilina, cefalosporina, etc.) Además, existen diversos productos naturales que incorporan β-aminoácidos en su estructura. Un ejemplo notable es el Taxol, un producto natural muy promisorio en la lucha contra el cáncer. Finalmente, uno se puede preguntar "¿Porqué escogió la Naturaleza a los α- y no a los β-aminoácidos como constituyentes esenciales en la maquinaria de la vida?

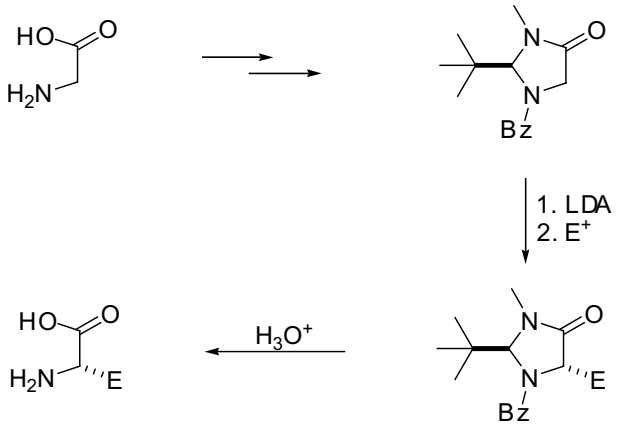


Fig. 5. Síntesis enantioselectiva de α-aminoácidos quirales a partir de la glicina, un α-aminoácido aquiral [13].

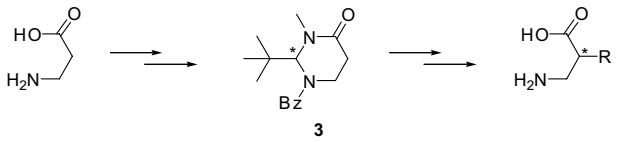


Fig. 6. Propuesta para la preparación de β-aminoácidos α-sustituidos quirales a partir del ácido β-aminopropiónico aquiral.

Así, con la participación de Delia Quintana nos embarcamos en la síntesis de la molécula **3**, con la buena fortuna de que la estructura de **3** obtenida mediante difracción de rayos-X mostró una conformación inesperada pero muy interesante en la que el sustituyente terbutilo adopta una orientación axial (figura 7) [14], lo que conduciría a una estereoselectividad muy alta en la reacción. En particular, el grupo "R" que se incorpora a la molécula lo hace por la cara opuesta al terbutilo para generar predominantemente los productos de configuración *trans* (figura 8) [15]. Este es un ejemplo más en el que una observación inesperada —resultado de la casualidad— conduce a aplicaciones que son aún más interesantes que las contempladas inicialmente y que de hecho determinan el éxito del proyecto de investigación.

La ciclación de β-aminoácidos es un método fundamental para la construcción de β-lactamas. Nuevamente por casualidad, al llevar a cabo un estudio en colaboración con Jaime Escalante, Judit Aviña y yo, encontramos que bajo la influencia del óxido de la diclorofenilfosfina [$PhP(O)Cl_2$] diversos β-aminoácidos se pueden convertir con buenos rendimientos en un tipo de derivados sumamente interesantes: los ciclo-β-dipéptidos (figura 9) [16].

Asimismo, trabajos posteriores demostraron que el heterociclo quiral **3** es un precursor útil en la síntesis enantioselectiva de β-aminoácidos α-sustituidos, α,α-, α,β-, y β,β-disustituidos, así como de α-hidroxi-β-aminoácidos, de β-lactamas y de ciclo-β-dipéptidos (figura 10) [17].

Los trabajos descritos arriba llamaron poderosamente la atención de otros colegas químicos dedicados a la síntesis de compuestos orgánicos, lo que contribuyó al desa-

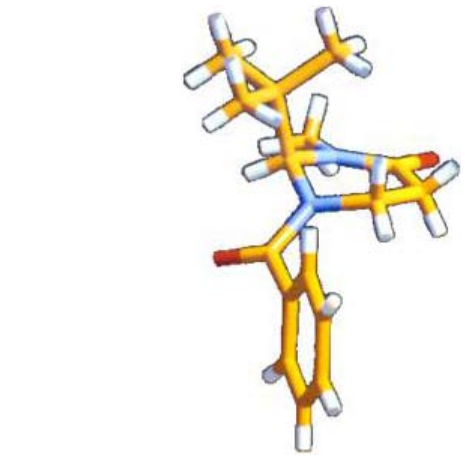


Fig. 7. Estructura molecular del heterociclo **3**, en la que se aprecia la orientación axial del grupo terbutilo.[14]

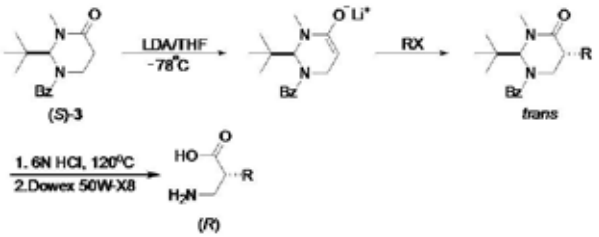


Fig. 8. Estereoselectividad en la reacción de adición de electrófilos al heterociclo **3** e hidrólisis de los productos correspondientes para generar los β-aminoácidos α-sustituidos de interés [15].

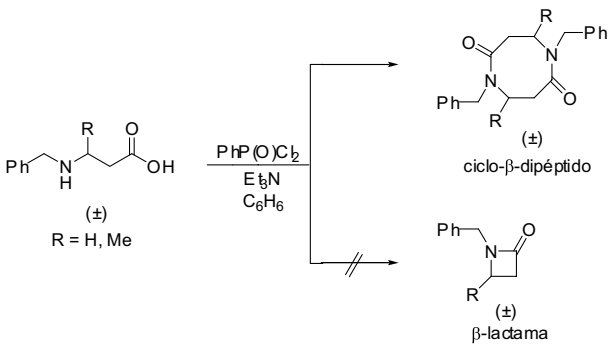


Fig. 9. Síntesis de ciclo-β-dipéptidos a partir de β-aminoácidos [16].

rrollo de nuevas estrategias para la síntesis enantioselectiva de β-aminoácidos. Así, en 1993 recibí una invitación para contribuir con un artículo de revisión sobre el tema en la revista *Aldrichimica Acta* [18] y en 1996 una invitación de la editorial Wiley para editar el primer libro dedicado al tema [19]. Estas publicaciones han tenido un impacto extraordinario como se puede constatar por el hecho de que han sido citadas más de 1500 veces por otros autores y por el hecho de que mientras hasta antes de 1990 se contaban con los dedos de las mano los artículos publicados en este campo, entre 1991 y 2009 se publicaron más de 600 artículos. En efecto, esta explosión de actividad en el área

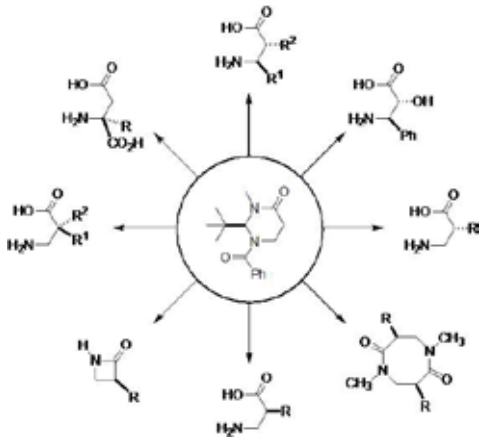


Fig. 10. Heterociclo **3** como sustrato en la síntesis enantioselectiva de β-aminoácidos, β-lactamas y de ciclo-β-dipéptidos [17].

ha llevado a la preparación de una nueva edición de *Enantioselective Synthesis of β-Amino Acids* totalmente nueva [20].

El enorme crecimiento del campo se debe en gran medida a la importancia de los β-aminoácidos en medicina [21], pero también como precursores de proteínas no naturales con funciones específicas y β-péptidos, que presentan propiedades muy interesantes y útiles como son una mayor resistencia de la hidrólisis enzimática, lo que permite producir medicinas con un mayor tiempo de vida en el organismo. Asimismo, hemos iniciado colaboraciones con colegas en el área biológica para sintetizar péptidos que funcionan como agentes de transporte (vectores) de material genético a células enfermas, o que son útiles en el control de la población de insectos, como es el caso de varios péptidos derivados de las cininas presentes en el mosquito que transmite el dengue, preparados por Gloria Reyes [22].

Contribuciones en el área de la organocatálisis asimétrica

Entre los métodos que permiten obtener sustancias quirales enantiopuras destacan (1) la síntesis enantioselectiva estequiométrica, donde cada molécula del reactivo quiral genera una molécula de producto quiral, y (2) la catálisis asimétrica, donde se alcanza una "multiplicación" de la quiralidad, ya que una molécula del catalizador quiral puede generar cientos o miles de moléculas quirales. Obviamente este segundo método es muy atractivo pues permite aprovechar los reactivos requeridos de manera más eficiente y sustentable (uno de los criterios en la llamada "Química verde").

En este contexto, biocatalizadores como son las enzimas frecuentemente requieren de la participación de metales como el cobre, el hierro, el cobalto, etc., para llevar a cabo su función. Sin embargo, es notable que aproximadamente la mitad de las enzimas conocidas *no* requieren de la presencia de metales en el sitio activo para ejercer su función. Surge así la posibilidad de utilizar moléculas orgánicas pequeñas para catalizar reacciones químicas evitando el uso de metales.

Algunas de las ventajas de esta estrategia, es decir, del uso de *organocatalizadores*, son:

(1) *No* se requiere de condiciones inertes para su empleo; en contraste, los complejos organometálicos generalmente son sensibles a la humedad y al oxígeno.
(2) *No* es necesario utilizar disolventes secos, lo que permite reducir costos en la planta de producción.
(3) Las moléculas orgánicas pequeñas presentan una mayor estabilidad. Como contraste, las enzimas generalmente se degradan a temperaturas superiores a los 25 grados centígrados.
(4) Bajo costo en comparación con el precio de enzimas y muchos metales de transición y sus complejos con propiedades catalíticas.
(5) Accesibilidad, ya sea mediante el aprovechamiento de sustancias naturales abundantes (acervo quiral) como son los aminoácidos y los carbohidratos, o porque su preparación en el laboratorio es sencilla.
(6) Amplio rango de aplicación, ya que pueden actuar sobre una gran variedad de sustratos, y
(7) protección del medio ambiente al evitar el empleo de metales que pudiesen ser intolerables en la producción de fármacos, alimentos y derivados agroquímicos. Así pues, la organocatálisis está adquiriendo día con día una mayor importancia en el área de la síntesis asimétrica, complementando las metodologías que se basan en bio- y metalo-catálisis.

De acuerdo con Benjamin List [23], la mayoría de los organocatalizadores se pueden clasificar como bases de Lewis, ácidos de Lewis, bases de Brønsted y ácidos de Brønsted. La figura 11 muestra de manera simplificada los ciclos catalíticos correspondientes. De esta forma, un organocatalizador que actúa como base de Lewis (B:) inicia el ciclo catalítico a través de la adición nucleofílica al sustrato (S). El complejo resultante (B^+-S^-) sufre una transformación química en la que el fragmento que proviene del sustrato se convierte en el futuro producto que es entonces liberado (P), recuperándose el catalizador que se reincorpora en un nuevo ciclo.

Asimismo, los organocatalizadores que actúan como ácidos de Lewis (A) activan a sustratos nucleofílicos (S:) (figura 11). Como contraste, los ciclos catalíticos que involucran bases o ácidos de Brønsted se inician mediante un proceso de desprotonación o protonación, respectivamente (figura 11).

Cabe señalar que cuando los organocatalizadores son quirales, entonces los procesos catalíticos que se muestran en la figura 11 serán *estereoselectivos*. Entre los factores que controlan la estereoselectividad se incluyen las interacciones electrostáticas y de van der Waals, así como puentes de hidrógeno. Estas interacciones débiles ofrecen precisamente la ventaja de que no involucran la formación de enlaces covalentes, por lo que la síntesis es más eficiente al no requerir primero la formación y posteriormente la ruptura de enlaces.

Así pues, la organocatálisis utiliza pequeñas moléculas orgánicas para emular la actividad catalítica y la estereoselec-

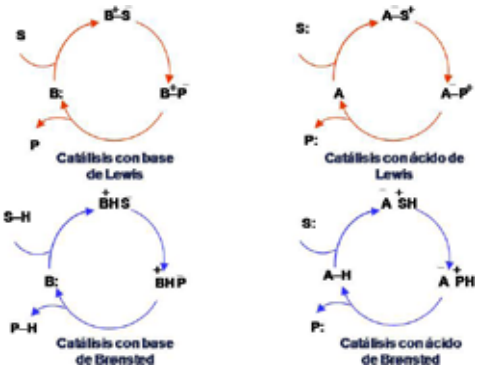
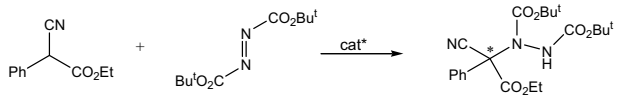


Fig. 11. Ciclos organocatalíticos.

tividad que alcanzan las enzimas, con su estructura molecular tan compleja.

Aunque el empleo de productos naturales (acervo quiral) como organocatalizadores constituye un concepto importante en el campo de la organocatálisis [24], la complejidad estructural de los productos naturales puede ser una limitante en su aplicación. Por esta razón el diseño de moléculas orgánicas simples y baratas y su uso como organocatalizadores es muy deseable. En nuestro grupo el doctor Yongjun Liu, quien realizó una estancia posdoctoral en mi grupo de investigación, encontró que varias aminas quirales que contienen el grupo feniletilo son muy eficientes (rendimientos de casi el 100 % y excesos enantioméricos superiores al 80 %) en la aminación enantioselectiva del α-fenil-α-cianoacetato de etilo (figura 12) [25].

Cabe señalar que la enantioselectividad en este proceso de aminación se debe a la formación de un par iónico de contacto



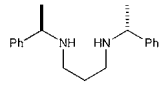
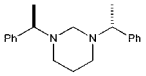
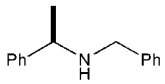
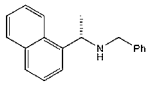
Tolueno/Hexano (1:1) −78ºC		
	30 min	91% de rendimiento 84% ee (R)
	60 min	92% de rendimiento 56% ee (R)
	60 min	95% de rendimiento 74% ee (S)
	120 min	96% de rendimiento 76% ee (R)

Fig. 12. Aminas quirales que contienen el grupo α-feniletilo que son organocatalizadores eficientes en la aminación asimétrica del α-fenil-α-cianoacetato de etilo [25].

entre la base conjugada del sustrato y la sal de amonio quiral derivada del organocatalizador [PhC(CN)CO_2Et] [R*RNH_2^+], que conduce a la adición selectiva del azodicarboxilato de terbutilo por una de las caras diastereotópicas del sustrato.

Por otra parte, en una ampliación de los estudios pioneros de Corey y colaboradores [26], José Luis Olivares demostró que la diazaborolidina quiral **4** cataliza la reducción enantiose-

Foto 7. Mi grupo de investigación en el año 2005.

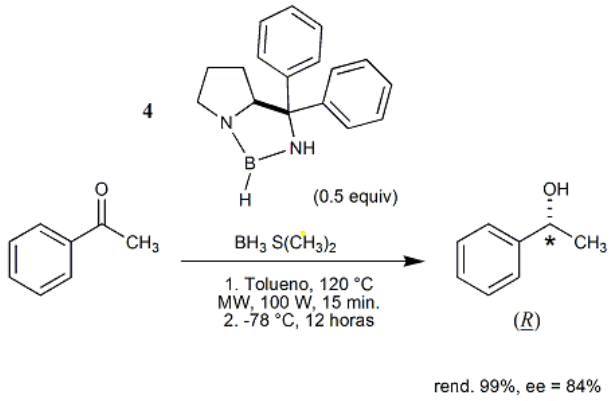


Fig. 13. Reducción asimétrica de cetonas proquirales empleando la diazaborolidina **4** [27].

lectiva de acetofenona mediante borano **(**BH_3) para dar (*R*)-1-feniletanol con 84 % de exceso enantiomérico (figura 13) [27].

En nuestro grupo de investigación Marcos Hernández ha estudiado también estrategias en las que se utilizan ácidos de Bronsted [28] y Fred García desarrolló una síntesis de sulfóxidos quirales que fueron utilizados como organocatalizadores del tipo bases de Lewis [29]. Muy recientemente Gregorio Hernández ha desarrollado procedimientos para la síntesis de α,β- y β,β- dipéptidos y su uso como organocatalizadores en reacciones aldólicas enantioselectivas en ausencia de disolvente —otra estrategia en la llamada "Química verde" [30].

Referencias

1. Tomado en parte de (a) Juaristi, E. *Avance y Perspectiva*, **2001**, *20*, 313. (b) Juaristi, E. *Un Camino Marcado por la Curiosidad, la Obstinación y la Casualidad*, El Colegio Nacional: México, **2006**. (c) Juaristi, E.; Delgado, G. *Algunas Contribuciones Relevantes de la Química en México en los Albores del Siglo XIX, del Siglo XX y del Siglo XXI*, en "El Pasado del Presente. Miradas y Perspectivas", Matos, E. (Coordinador), El Colegio Nacional: México, **2010**, pp. 697-738.
2. Woodward, R. B.; Hoffmann, R. "The Conservation of Orbital Symmetry", Academic Press: New York, **1970**.
3. En 1988 Fernando y Carmela Walls fungieron como padrinos en el bautizo de mi hija Carolina.
4. Juaristi, E.; Eliel, E. L.; Lehmann, P. A.; Domínguez, X. A. "Tópicos Modernos de Estereoquímica", Cinvestav: México, **1981**; SEP: México, **1982**; LIMUSA: México, **1983**.
5. (a) Juaristi, E. "Introducción a la Estereoquímica y al Análisis Conformacional", SEP: México, **1989**; Minal: México, **1998**; El Colegio Nacional: México, **2007**. (b) Juaristi, E. "Introduction to Stereochemistry and Conformational Analysis", Wiley: Nueva York, **1991** y **2000**. (c) Juaristi, E. (Editor), "Conformational Behavior of Six-Membered Rings", VCH Publishers: Nueva York, **1995**.
6. (a) Cinvestav, México, D.F. (b) Universidad Autónoma del Estado de Morelos. (c) Universidad Veracruzana en Xalapa (d) Universidad Autónoma de Yucatán. (e) Universidad Autónoma de Sinaloa. (f) Instituto de Química-UNAM. (g) Universidad de Guadalajara. (h) Universidad Michoacana. (i) Universidad Autónoma de San Luis Potosí. (j) Universidad Autónoma de Puebla. (k) Universidad Autónoma de Tlaxcala. (l) Universidad Autónoma del Estado de México en Toluca. (m) FES-Zaragoza, UNAM. (n) Universidad de Gerona, España. (o) Universidad Autónoma de Nuevo León. (p) Universidad del País Vasco, Bilbao, España. (q) Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. (r) Universidad de California en Berkeley, EUA. (s) Universidad Veracruzana en Orizaba. (t) Universidad de Sonora, Hermosillo. (u) Universidad de Sao Paulo, Brasil. (x) Universidad de Montpellier, Francia. (y) Universidad Nacional de Rosario, Argentina.
7. Juaristi, E.; Gordillo, B.; Valle, L. *Tetrahedron* **1986**, *42*, 1963.
8. Juaristi, E.; Valle, L.; Valenzuela, B. A.; Aguilar, M. A. *J. Am. Chem. Soc.* **1986**, *108*, 2000.
9. Artículos de revisión: (a) Juaristi, E. *Acc. Chem. Res.*, **22**, 357 (1989). (b) Juaristi, E.; Cuevas, G. *Tetrahedron*, **48**, 5019 (1992). Libro: (c) Juaristi, E.; Cuevas, G. "The Anomeric Effect", CRC Press: Boca Raton, FL, **1995**.
10. (a) Juaristi, E.; Cuevas, G.; Vela, A. *J. Am. Chem. Soc.* **1994**, *116*, 5796. (b) Cuevas, G.; Juaristi, E. *J. Am. Chem. Soc.* **2002**, *124*, 13088. (c) Juaristi, E.; Cuevas, G. *Acc. Chem. Res.* **2007**, *40*, 961.
11. (a) Juaristi, E.; Martínez, R.; Méndez, R.; Toscano, R. A.; Soriano-García, M.; Eliel, E. L.; Petsom, A.; Glass, R. S. *J. Org. Chem.* **1987**, *52*, 3806. (b) Artículo de revisión: Juaristi, E. *Stable Eclipsed Conformations*, en "Encyclopedia of Computational Chemistry", P. v. R. Schleyer, Editor, Wiley: Nueva York, **1998**.
12. Juaristi, E. "Características de la Investigación y del Investigador Químico", *Rev. Soc. Quím. Méx.* **1985**, *29*, 37.
13. Seebach, D.; Juaristi, E.; Miller, D. D.; Schickli, C.; Weber, T. *Helv. Chim. Acta* **1987**, *70*, 237.
14. Juaristi, E.; Quintana, D.; Lamatsch, B.; Seebach, D. *J. Org. Chem.* **1991**, *56*, 2553.
15. Juaristi, E.; Quintana, D.; Balderas, M.; García-López, E. *Tetrahedron: Asymmetry* **1996**, *7*, 2233.
16. (a) Escalante, J.; González-Tototzin, M. A.; Aviña, J.; Múñoz-Múñiz, O.; Juaristi, E. *Tetrahedron* **2001**, *57*, 1883. (b) Juaristi, E.; Aviña, J. *Pure & Appl. Chem.*, **2005**, *77*, 1235.
17. Juaristi, E. *1-Benzoyl-2(S)-tert-butyl-3-methylperhydropyrimidin-4-one*, en "Handbook of Reagents for Organic Synthesis. Chiral Reagents for Asymmetric Synthesis", Paquette, L. A. (Editor), Wiley: Chichester **2003**; 53-56.
18. Juaristi, E.; Quintana, D.; Escalante, J. *Aldrichim. Acta* **27**, 3-11 (1994).
19. Juaristi, E. (Editor), "*Enantioselective Synthesis of β-Amino Acids*", Wiley: Nueva York, **1997**.
20. E. Juaristi, V. A. Soloshonok, Eds., "*Second Edition of Enantioselective Synthesis of β-Amino Acids*", Wiley: New York, **2005**.
21. A. Kuhl, M. G. Hahn, M. Dumic, J. Mittendorf, *Amino Acids* **2005**, *29*, 89-100.
22. (a) Taneja-Bageshwar, S.; Strey, A.; Zubrzak, P.; Williams, H.; Reyes-Rangel, G.; Juaristi, E.; Pietrantonio, P.; Nachman, R. J. *Peptide*s **2008**, *29*, 302. (b) Nachman, R. J.; Aziz, O. B.; Davidovitch, M.; Zubrzak, P.; Isaac, R. E.; Strey, A.; Reyes-Rangel G.; Juaristi, E.; Williams, H. J.; Alstein, M. *Peptides* **2009**, *30*, 608.
23. Seayad, J.; List, B. *Org. Biomol. Chem.* **2005**, *3*, 719.
24. Berkessel, A.; Groeger, H. "Asymmetric organocatalysis: from biomimetic concepts to applications in asymmetric synthesis", Wiley-VCH: Weinheim, **2005**.
25. Liu, Y.; Melgar, R.; Juaristi, E. *J. Org. Chem.* **2007**, *72*, 1522.
26. Corey, E. J.; Bakshi, R. K.; Shibata, S. *J. Am. Chem. Soc.* **1987**, *109*, 5551.
27. Olivares-Romero, J. L.; Juaristi, E. *Tetrahedron* **2008**, *64*, 9992.
28. Hernández-Rodríguez, M.; Juaristi, E. *Tetrahedron* **2007**, *63*, 7673.
29. García-Flores, F.; Flores-Michel, L. S.; Juaristi, E. *Tetrahedron Lett.* **2006**, *47*, 8235.
30. Hernández, J. G.; Juaristi, E. *J. Org. Chem.* En prensa.

Bol. Soc. Quím. Méx. **2010**, *4(1), 18-21*
© 2010, Sociedad Química de México
ISSN 1870-1809

Energética electroquímica en el Departamento de Química del CINVESTAV

Omar Solorza Feria

Departamento de Química del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Av. Instituto Politécnico Nacional 2508, Col. San Pedro Zacatenco, C.P. 07360 México, D.F. osolorza@cinvestav.mx

Resumen. La síntesis y caracterización de materiales con actividad catalítica para celdas de combustible en Cinvestav, inicia de un programa de colaboración México-Francia en 1976. Se trabajó durante algunos años con la fotoelectroquímica de semiconductores para generar energía eléctrica e hidrógeno de la fotoelectrólisis del agua. En este trabajo se describen los avances en la electrocatálisis y sus aplicaciones en prototipos con celdas de combustible. Se mencionan los logros alcanzados en el grupo y algunos reconocimientos a los estudiantes involucrados.

Introducción

La energética electroquímica se establece como tema de investigación a partir de un programa de colaboración México-Francia en el año 1976, con la participaron del doctor Roger Conan (1976-1977) y el doctor Gerard Poillerat (1977-1984), investigadores de la Universidad Louis Pasteur de Estrasburgo, Francia. De este grupo de investigación se formaron algunos estudiantes que realizaron su tesis doctoral en la universidad francesa y otros nos formamos en la Unidad Zacatenco del CINVESTAV.

Ingresé al Departamento de Química de esta Institución en la primera semana de septiembre de 1977, después de concluir mis estudios de licenciatura en ingeniería química y haber realizado una estancia en el Complejo Petroquímico de Cosoleacaque, Veracruz (PEMEX-CPC). En el Departamento de Química de esta Institución realicé mi servicio social, mi tesis de licenciatura, de maestría y de doctorado, todos bajo la dirección del doctor Gerard Poillerat. Durante el desarrollo de mi tesis doctoral, fui contratado al igual que los estudiantes Norberto Farfán, Rosa Santillán, Fernando Santiesteban y Teresa Mancilla. Como instructores, nuestra actividad consistía en apoyar a los grupos de visitantes, conducirlos a cada laboratorio para que se les explicara lo que hacían los diferentes grupos de investigación del Programa de Maestría y Doctorado. Recuerdo que los estudiantes en los años setenta estuvimos expuestos a que los profesores en su mayoría extranjeros, nos abandonaran debido a los problemas económicos por los que atravesaba el país. Tal fue la situación de un grupo de estudiantes en fisicoquímica que un viernes en la tarde fueron informados por el doctor Witold Brostow que había sido contratado en una Universidad de los Estados Unidos y a partir del lunes siguiente los asesoraría por correspondencia.

La contratación como instructor me permitió impartir los cursos propedéuticos al posgrado e incorporarme posteriormente a una estancia posdoctoral, como profesor del Departamento de Química. Durante esos años tuve la oportunidad de involucrarme en las actividades de la biblioteca de química, fui coordinador administrativo durante siete años y jefe del Departamento de Química por ese mismo tiempo.

Las líneas de investigación que he desarrollado son la electroquímica de los semiconductores para la generación de corriente eléctrica y la producción de hidrógeno sobre películas delgadas semiconductoras electrodepositadas. Posteriormente decidí involucrarme en la síntesis y caracterización de materiales electrocatalíticos para celdas de combustible. En esa dirección hemos desarrollado nuevos materiales y prototipos con celdas de combustible de baja potencia acoplados a televisión portátil, computadora portátil y en auto de juguete con control remoto.

Una participación muy importante de mi grupo de investigación ha sido la difusión de la tecnología de hidrógeno y de celdas de combustible. En el año 2007 asesoramos a un grupo de estudiantes del Plantel 6 de la Preparatoria en Coyoacan, D.F., en la elaboración de un prototipo integrado por un módulo fotovoltaico, un electrolizador, una celda de combustible y un pequeño motor eléctrico. El objetivo de este proyecto fue el de mostrar la transformación de la energía luminosa en energía química a través del hidrógeno como portador energético y hacer reaccionar el hidrógeno con el oxígeno del aire en una celda de combustible, donde además de producir energía eléctrica y calor se obtiene agua como producto de la reacción electroquímica. Este proyecto fue premiado con el primer lugar en Expociencias metropolitanas 2007 y segundo lugar en la 15th International Environmental Project Olympiad (15th INEPO), celebrada en 2007 en Estambul, Turquía. Estudiantes de nuestro grupo de investigación han sido también ganadores de diferentes premios con sus proyectos relacionados con la síntesis de nuevos materiales y prototipos de baja potencia, utilizando celdas de combustible diseñados y construidos en nuestras instalaciones y establecidos en el protocolo de sus proyectos de tesis.

Formación académica

Soy de origen zapoteco; nací en Unión Hidalgo, Ranchugubiña, Oaxaca, en la región del istmo de Tehuantepec el 17 de abril de 1954. A muy temprana edad, además de aprender la lengua zapoteca, las costumbres y tradiciones, quedé huérfano de padre. Realicé mi educación primaria en el internado Gral. Ignacio Mejía y la continuación de mi educación básí-

ca en la secundaria número 14 en misma ciudad de Oaxaca. Posteriormente ingresé al Tecnológico de Oaxaca donde realicé mis estudios de vocacional. Durante mi estancia en la Antigua Antequera formé parte del grupo folklórico de aquella institución, realizando presentaciones en la Guelaguetza, en la Casa de las Artesanías y en el hotel Monte Albán. Mi estancia en la ciudad de Oaxaca me permitió visitar y conocer diferentes zonas arqueológicas entre ellas Mitla y Monte Albán. Aprendí de joven que el mejor aperitivo es el mezcal y se debe acompañar de chapulines fritos o con salsa de chile como botana. El proceso de destilación de los néctares del agave sigue siendo familiar y tradicional. Mi primera experiencia en un laboratorio de química la tuve en tercer año de secundaria y mantengo una cicatriz en mi muñeca izquierda de una quemadura por tubo de vidrio a causa de un compañero de mesa de trabajo. Mi motivación por estudiar Ingeniería Química surgió por un paisano de Ranchugubiña con buenos hábitos de estudio y distinguido en nuestra comunidad por estar estudiando en ese entonces la carrera de Ingeniería Química en el Politécnico. Ingresé a la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE-IPN, egresando como Ingeniero Químico Industrial en la generación 1972-1976. Pertenecí a la penúltima generación de egresados que tomamos cursos anuales en el edificio 3. La ESIQIE me dio como reconocimiento el Premio "Hilario Ariza Dávila" en el 2006, por ser considerado egresado distinguido.

Después de concluir mis estudios de ingeniería química realice una estancia de seis meses en el Complejo Petroquímico de Cosoleacaque, Veracruz, pero debido a situaciones vinculadas con el ambiente de trabajo y por considerar pocas las perspectivas de desarrollo profesional, decidí volver al Distrito Federal. En los primeros días de septiembre de 1977 solicité información sobre el posgrado en química en la misma ESIQIE y en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, CIEA en ese entonces. Decidí quedarme en el CIEA porque me dieron la oportunidad de realizar mi servicio social, que se extendió a mi tesis de licenciatura y a las de maestría y doctorado. A partir de marzo de 1978 formé parte de los estudiantes de posgrado, siendo Mario Siordia y yo estudiantes del área de fisicoquímica del mismo semestre. Si uno de los dos faltaba a clases, ésta no se impartía porque se requería el cincuenta por ciento más uno. Tuve la oportunidad de asistir a diferentes cursos de electroquímica en la Facultad de Química de la UNAM, impartidos por profesores franceses como Jacques Bessieres y Bernard Trémillon, y del destacado profesor argentino Alejandro Arvía. En estos cursos tuve la oportunidad de conocer a otros estudiantes entre ellos a Carlos Mauricio Castro y a Alberto Rojas. Como estudiantes participamos Mauricio y yo en reuniones académicas para la formación de la Sociedad Mexicana de Electroquímica, siendo el doctor Héctor Sierra del IIE, los doctores Miguel Saloma y Joan Genescá de la UNAM y los doctores Gerard Poillerat y doctor Yunny Meas del CINVESTAV, los más comprometidos para la formación de esta sociedad. En 1978 se registra la Sociedad Mexicana de Electroquímica, de la cual formé parte como Vocal Estudiante. Con el transcurso de los años llegué a ser Presidente de la misma.

Antes de concluir mis estudios de doctorado realicé una estancia de cuatro meses en la Universidad Louis Pasteur en Estrasburgo, Francia, en el laboratorio de Physique des Solides et Electrochimie. En los años 70, uno de los temas de vanguardia era la fotoelectroquímica, debido a los trabajos reportados por Fujishima y Honda sobre la fotoelectrólisis del agua. Mis tesis de licenciatura, maestría y doctorado estuvieron enfocadas a la fotoelectroquímica de los semiconductores y la conversión de energía luminosa a eléctrica. Debido a los problemas de inestabilidad en medio acuoso de los materiales semiconductores con banda prohibida menor que 2 eV, decidí ya no continuar en esa dirección. Realicé una estancia posdoctoral en la Universidad de Paris VI, trabajando con los doctores H. Cachet y G. Morin en la fotoelectroquímica de materiales electrodepositados. En la estancia de un año en el Instituto Hahn-Meitner en Berlín, trabajando con el doctor Alonso Vante, en el grupo del profesor Helmut Tributsch inicié trabajos sobre electrocatálisis con calcogenuros metálicos y bimetálicos que pudieran ser candidatos a ser utilizados como cátodos en celdas de combustible. Es a partir de 2001 que inicié con esa línea de investigación en México y que mantengo hasta la fecha.

Electrocatálisis y celdas de combustible

La línea de investigación que inicié en el Departamento de Química del CINVESTAV ha estado vinculada a la síntesis y caracterización física de materiales nanoestructurados para ser utilizados en celdas de combustible con membrana polimérica. La inquietud surgió por aprovechar las nuevas fuentes de energía para electrolizar el agua y producir hidrógeno. Durante el desarrollo de mi tesis de maestría, surgió como una moda de la electroquímica continuar con los trabajos reportados sobre la foto-electrólisis del agua en 1972, proyecto en que me involucré para intentar foto-electrolizar el agua con el material semiconductor p-CdTe. Los resultados obtenidos no fueron nada prometedores debido a la foto-corrosión e inestabilidad que este material presenta en medio acuoso. Mis trabajos en fotoelectroquímica para la electrólisis del agua continuaron con materiales de p-$CuInSe_2$ electrodepositados sobre diferentes sustratos conductores, pero por la misma inestabilidad del material y la difícil cuantificación del hidrógeno producido, decidí cambiar de ruta y dedicarme a la electrocatálisis de la reacción de reducción de oxígeno en medio ácido.

La electrocatálisis ha sido considerada como uno de los tópicos electroquímicos de gran interés, especialmente porque se encuentra ligada al desarrollo de nuevos materiales para dispositivos en la conversión de energía. Los cátodos con transferencia de carga multielectrónica son de los más demandados debido a su uso como electrodos en los diferentes tipos de celdas de combustible y en baterías de metal-aire. Como cátodos, la reacción de reducción de oxígeno es la reacción de mayor importancia en una celda de combustible, por presentar

una cinética lenta que conduce a un alto sobrepotencial para esa reacción, asociado con el hecho que el enlace O-O del oxígeno requiere de una alta energía para ser disociado, lo que lo hace por lo menos tres órdenes de magnitud más lenta que la reacción de oxidación de hidrógeno. Por lo tanto, uno de los retos en la ciencia de los materiales es sintetizar y producir en forma masiva materiales con alto desempeño para la reacción catódica en una celda de combustible. En esa dirección los electrocatalizadores comúnmente empleados son a base de platino nanoparticulado, aleaciones nanométricas de platino o metales nobles con metales de transición, además de diversos materiales organometálicos. Los estudios que hemos realizado en mi grupo de investigación se han enfocado a sintetizar materiales para reducir el alto sobrepotencial para la reacción mencionada y vencer la inherente cinética lenta la cual resulta determinante en el proceso global de una celda de combustible. En esa dirección nos dedicamos a la preparación de materiales catalizadores de tamaño nanométrico soportados y no soportados, a partir de la descarbonilación de cúmulos metálicos; a la reducción de iones metálicos con $NaBH_4$, y más recientemente la síntesis asistida con sonoquímica. La caracterización física y electroquímica ha sido el soporte de nuestros trabajos de investigación en donde la metodología de síntesis seguida nos ha permitido formar materiales con elevada actividad catalítica. De los estudios cinéticos determinamos las constantes de velocidad de reacción de los intermediarios involucrados para finalmente establecer una reacción electroquímica global. Los materiales con buen desempeño y estabilidad química han sido utilizados para la preparación de los ensambles membrana-electrodo, que es el corazón de una celda de combustible.

Las celdas de combustible con membrana polimérica han sido una de las aplicaciones de los materiales electrocatálitico s y se ha mantenido como tema de investigación en nuestro grupo de trabajo.

Desarrollo de prototipos

Con el fin de dar a conocer el aprovechamiento de las energías renovables iniciamos trabajos de integración de un prototipo solar-hidrógeno-celda de combustible. Colegas del Departamento de Ingeniería Eléctrica del CINVESTAV nos obsequiaron módulos fotovoltaicos pequeños de silicio policristalino y silicio amorfo. En nuestro grupo de energética electroquímica diseñamos, construimos y caracterizamos un electrolizador con un ensamble membrana-electrodo conteniendo óxido de rutenio e iridio como ánodo y platino como cátodo, ambos adheridos en una membrana Nafion 117 de conducción protónica. La celda de combustible fue construida con un ensamble membrana-electrodo conteniendo platino como catalizadores y membrana Nafion 117 como medio de conducción protónica. La integración de este sistema nos permitió energizar un motor eléctrico de 5 watts y este prototipo ha sido la base para mostrar a la sociedad la difusión del aprovechamiento de las energías renovables y la utilización de una energía limpia, amigable con el medio ambiente. Con la experiencia adquirida asesoramos a los estudiantes Rafael González, Jonathan Fonseca y Pablo Zúñiga de la Preparatoria Coyoacán, quienes con el proyecto: "Diseño y fabricación de una celda de combustible y electrolizador tipo PEM", obtuvieron el primer lugar en Expociencias metropolitanas 2007 y segundo lugar en 15th International Environmental Project Olympiyad (15th INEPO), celebrada en Estambul, Turquía, en el mismo año.

Con mi estudiante de doctorado Karina Suárez Alcántara, el grupo de energética electroquímica participó en diferentes eventos nacionales, siendo ganadora del primer lugar en el área I: Ciencias Exactas categoría "AAA" del Certamen Nacional Juvenil de Ciencia y Tecnología 2006 con el proyecto: "Síntesis, caracterización y utilización del electrocatalizador $Ru_xCr_ySe_z$ como cátodo en una celda de combustible PEM". Evento organizado por el Instituto Mexicano de la Juventud y el Instituto de la Juventud Veracruzana. En el año 2007, la estudiante de doctorado Karina Suárez Alcántara, obtuvo el primer lugar en Certamen Nacional Juvenil de Ciencia y Tecnología, en el área de Medio Ambiente, con el proyecto: "Diseño y construcción de un go-kart hibrido celda de combustible H_2/O_2, batería recargable". Este prototipo fue exhibido en la plaza Santo Domingo, en el evento Ciencia en las Calles, organizado por el Instituto de Ciencia y Tecnología del D.F. Debido a su trabajo de investigación en electrocatálisis y celdas de combustible, Karina Suárez Alcántara fue merecedora de otros reconocimientos como el ser considerado su trabajo de tesis, como la mejor tesis de doctorado en electroquímica, otorgado por la Sociedad Mexicana de Electroquímica (2008); la mejor tesis de doctorado a nivel nacional en Ciencias Químicas de 2008, otorgado por la Sociedad Química de México y el premio Arturo Rosenblueth a mejor tesis de doctorado en Ciencias Exactas otorgado por el CINVESTAV.

Foto 1. Grupo de energética electroquímica del Cinvestav en el año de 1980. Parados de izquierda a derecha Gerard Poillerat, Yunny Meas, Emiliano Guzmán, Patricia García, Cecilia Montero, Elsa Arce y Carlos Contreras. Enfrente Omar Solorza, Joel Ruiz y Ulises Morales.

Foto 2. Prototipo Go-kart hibrido con hidrógeno/oxígeno del aire y celdas de combustible, diseñado y construido por la estudiante de doctorado Karina Suárez Alcántara en 2007, para difundir el uso de la electrocatálisis en la energética electroquímica.

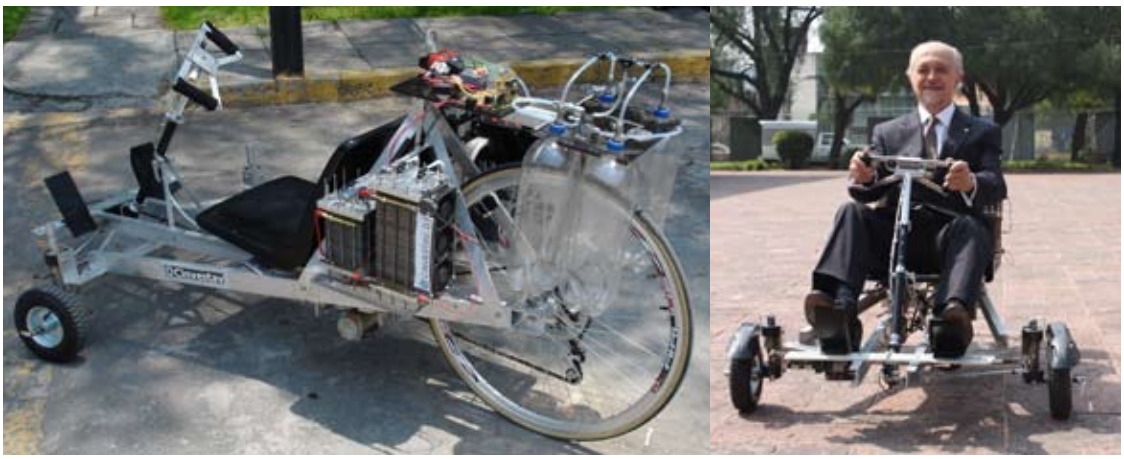


Foto 3. Tecnología del hidrógeno y celdas de combustible en una bicicleta monoplaza, Nayaa, construida por el grupo de energética electroquímica del Cinvestav y avalado por Mario Molina, premio Nobel de Química 1995.

Nuevos diseños de celdas de combustible y sus aplicaciones han sido descritos anteriormente en dispositivos de baja potencia. Un nuevo prototipo de transporte monoplaza con celdas de combustible hidrógeno/oxígeno fue desarrollado recientemente y lleva por nombre *Nayaa*, que en zapoteco quiere decir limpio. Este prototipo es una bicicleta monoplaza el cual funciona con una celda de combustible de 100 watts para energizar los equipos electrónicos y una celda de 150 watts para proporcionar la energía eléctrica y la potencia para un motor de 100 watts. Este monoplaza es único, fue diseñado y construido en nuestras instalaciones con una estructura de aluminio, funcionando con hidrógeno de alta pureza obtenido de la electrólisis del agua y almacenado a la presión de 4 atmósferas en 4 recipientes de plástico, para un volumen total de 12 litros. La autonomía del Nayaa es de 15 min aprox., funcionando a una velocidad promedio de 13 km/h. Este monoplaza ha sido ya manejado por diferentes personalidades entre los que se encuentran el Dr. Eusebio Juaristi, presidente actual de la Sociedad Química de México y el doctor Mario Molina, premio Nobel de Química 1995.

Nuestro grupo de investigación en energética electroquímica es multidisciplinario en la que participan químicos e ingenieros de diferentes disciplinas. Buscamos la forma de construir nuestros prototipos partiendo de la síntesis y caracterización de materiales nanoestructurados, estables y con actividad catalítica. Durante más de 15 años hemos trabajado en la electrocatálisis para la reducción de oxígeno con nuevos materiales que pudieran ser considerados como candidatos a ser usados en prototipos con celdas de combustible. Mayores detalles de lo que hemos escrito sobre la tecnología del hidrógeno y celdas de combustible se pueden encontrar consultando la página de la Red Latinoamericana de Química: http://www.relaq.mx/RLQ/tutoriales.html

Bol. Soc. Quím. Méx. **2010**, *4(1), 22-23*
© 2010, Sociedad Química de México
ISSN 1870-1809

La creación del departamento de física y química de la UAM-Iztapalapa

Leopoldo García-Colín Scherer

Departamento de Física de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, División de Ciencias Básicas e Ingeniería. Av San Rafael Atlixco No.186, Col. Vicentina, Iztapalapa 09340. México D.F. lgcs@xanum.uam.mx

Resumen. La creación del Departamento de Química de la UAM Iztapalapa fue una consecuencia de una serie de esfuerzos que se llevaron a cabo, primero en la Escuela de Química de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y posteriormente en el Instituto Mexicano del Petróleo. Dichos esfuerzos estaban enfocados a darle a la Química en México el lugar que se merece como una de las Ciencias Básicas. Esto es importante mencionarlo porque desde el inicio de la Química en el país en 1923 [3], siempre se le concibió como una actividad técnica. De hecho, los títulos que se otorgaban en la vieja Escuela Nacional de Ciencias Químicas eran de Químico Industrial. Por otra parte, dada la inquietud que hubo en la planeación inicial de la UAM-I acerca de no repetir actividades ya existentes en otras instituciones de educación superior y aprovechar la experiencia del autor en los campos de la Física y la Química, lo que se propuso inicialmente fue la creación de un Departamento de Ciencias Moleculares, lo que implica una relación interdisciplinaria entre ambas ciencias. Como discutiremos con más detalle esto no funcionó, más por problemas de relaciones humanas que por otras cuestiones; dos años después de su creación el departamento se separó en dos dando lugar al actual Departamento de Química. Los detalles de toda esta secuela se discutirán en la sesión correspondiente.

Introducción

Para tener una idea clara de por qué y cómo se formó el actual Departamento de Química de la UAM-Iztapalapa es necesario hacer unas consideraciones históricas sobre el desarrollo de la Química en México. En este punto sólo resaltaré algunos aspectos relevantes al tema mismo del artículo puesto que ya muchos y variados aspectos han sido abordados en otros trabajos. [1-3].

El primer aspecto importante es recordar que la Química, desde sus inicios en la vieja Escuela Nacional de Ciencias Químicas de la UNAM hasta ya entrada la década de los sesenta en el siglo pasado, se concebía esencialmente como una actividad técnica. Como ya se dijo, el título que se expedía como profesionista en ese entonces correspondía a la carrera de "Química Industrial". Esta actitud empezó a cambiar paulatinamente con la llegada a México de los químicos que fundaron las compañías Syntex y Laboratorios Hormona e impulsaron la investigación en química en muchas áreas de la Química Orgánica [4]. Por otra parte, en la hoy BUAP en Puebla en los años comprendidos entre 1965-1966 el director de la escuela de Química le empezó a dar un cariz más científico a dicha carrera, un hecho que coincidió más o menos en tiempo con la revisión curricular de dicha carrera en la UNAM. Por otra parte, en 1967 empezaron las actividades de la entonces subdirección de Investigación Científica Aplicada en el Instituto Mexicano del Petróleo. Del tipo de investigación necesaria para resolver problemas relacionados con la demanda tecnológica, en PEMEX surgió la necesidad de contar con químicos que tuvieran muchos más conocimientos en matemáticas, físico-química, ciencia de superficies (Catálisis) y química inorgánica, materias que, por lo menos hasta fines de los años cincuenta, eran prácticamente inexistentes en los currículos nacionales de las carreras de químico. Fue en los inicios de las actividades de esta subdirección cuando emigraron de Puebla al IMP el notable químico brasileño Joaquín Ferreira, pionero de la catálisis en México, y un grupo de más de diez estudiantes de esta nueva y novedosa carrera de química que se empezaba a consolidar en la BUAP. Este hecho fue el que, básicamente, dio inicio al excelente grupo de investigación en catálisis en México, creo hoy no debidamente reconocido. Sus logros están citados en varias fuentes así que aquí los omitiré [5,6].

Siete años después en esa subdirección, que ya para entonces se llamaba Investigación Básica de Procesos, se había integrado un grupo interdisciplinario de aproximadamente ciento veinte físicos, químicos, ingenieros-químicos y matemáticos dentro del cual el conocimiento de las áreas ya citadas había mejorado notablemente gracias a esfuerzos personales, cursillos dentro del propio instituto y el retorno de muchos becarios que obtuvieron grados de Maestría y Doctorado en el extranjero, sobre todo en catálisis. Este grupo, en mi opinión, no sólo fue pionero en México en señalar con toda claridad la importancia de la investigación científica en el desarrollo tecnológico de una empresa, PEMEX en este caso, sino que más aún, de él salieron aportaciones muy importantes —las cuales por causas ajenas al grupo mismo que no señalaré aquí— no fueron debidamente aprovechadas por el cliente [6]. Es básicamente dentro de este escenario que se lleva la química a una nueva institución académica, la UAM.

Hay que señalar —aunque ya se ha hecho en el pasado— que debido a la indiferencia y la miopía de los mismos directivos de Petróleos Mexicanos que se encargaron de menospreciar y hasta ignorar los beneficios que aportaron diferentes investigadores de este grupo, los cuales eran apreciables para el año de 1973, determinaron el colapso del mismo. En ese mismo año, bajo el eterno supuesto de una "crisis financiera" se encargaron de destruir lo que se había logrado en siete años. En efecto, para 1974 el presupuesto disponible para la adqui-

sición de materiales y equipo de laboratorio era tan escaso que prácticamente no se podía continuar con los proyectos de investigación en proceso y, mucho menos, concebir proyectos nuevos. Ante esta situación, el futuro de toda la sub-dirección se puso en duda y ello eventualmente originó su desaparición.

La Química en la UAM

En marzo de 1974, a escasos dos meses de haberse creado oficialmente la Universidad Autónoma Metropolitana y consciente del desencanto y la frustración que invadía a la gran mayoría de los investigadores entonces trabajando en el IMP, el primer rector de la Unidad Iztapalapa, doctor Alonso Fernández me invitó a formar y dirigir el Departamento de Física de esta institución. Consciente de la importancia de no iniciar nuevos grupos de investigación en ramas de la ciencia ya desarrolladas, o bien en desarrollo en otras instituciones, y además motivado por las experiencias de Puebla y del IMP mi propuesta original fue el iniciar un departamento interdisciplinario entre la Física y la Química bajo el nombre de Departamento de Ciencias Moleculares que tuviese las siguientes características:

a) Diseñar carreras tendientes a obtener un grado de licenciatura donde la química se concibiese como lo que es, una ciencia fundamental, no una actividad técnica. La física, que no tenía los antecedentes de la química debería encauzarse hace aquellos temas que no fuesen ya, insisto, temas de trabajo en otros Departamentos. En particular la Ciencia de los Polímeros y la de Superficies estaban considerados como prioritarios.
b) Las materias básicas, aquellas impartidas en los primeros trimestres, serían comunes a todos los estudiantes.
c) Después del tronco general de asignaturas, el estudiante podría optar por darle mayor peso a temas de física y o de química, pero siempre dentro del área general de Ciencias Moleculares.

Para iniciar las labores de este departamento una buena parte tanto de químicos como de físicos que laboraban conmigo en el IMP, motivados por las razones ya expuestas, vieron con agrado la nueva Universidad y decidieron colaborar en este proyecto. Esto explica el porqué en un lapso de tiempo corto, áreas como Catálisis, Polímeros, Física de Fluidos y otras empezaron a rendir resultados importantes, tanto en docencia como en investigación.

Aunque había otros detalles menores, sería inútil mencionarlos porque esta idea no fructificó. A los dos años de su inicio, por ponerlo en una frase simple, físicos y químicos no se entendieron y cada grupo hizo las gestiones necesarias para que se formara su propio departamento. Así surgieron los hoy Departamentos de Física y de Química, totalmente independientes entre sí y cada uno con sus objetivos bien definidos.

Quiero sólo añadir que afortunadamente el hoy Departamento de Química conserva una Licenciatura estructurada sobre las bases científicas de la química. Además, en opinión del autor, es uno de los mejores departamentos de Química de todo el país.

Una versión más completa y bien fundamentada de lo que hoy es dicho departamento está contenido en las presentaciones que sobre el tema han contribuido sus primeros directores Antonio Campero y Ricardo Gómez.[1]

Referencias

1. Kleiche-Dray, M.; Casas-Guerrero, R. *Redes* **2008**, *14*, No. 28, 47-73 (Buenos Aires, Argentina).
2. Garritz, A. (ed.); *La Química en México. Ayer, Hoy y Mañana*. Facultad de Química, UNAM, México D.F. **1991**.
3. Ruiz Azuara, L.; Garritz, A.; Robledo, A.; García Colín, L.; Gómez Lara, J.; García Jiménez, F.; Soriano, M.; Contreras, R.; Lehmann, P. A.; Aceves, J. M., Diagnóstico y análisis de la química en México, *Ciencia y Desarrollo*, **1986**, No. 66, 35-42.
4. "The Marker Degradation and Creation of the Mexican Steroid Hormone. Industry 1938-1945; ACS Office of Communications, Washington D.C. **1999**.
5. Domínguez, J. M. ed.; *El Amanecer de la Catálisis en Iberoamérica*, Instituto Mexicano del Petróleo, México, D.F. **2004**.
6. García-Colín, L. *Realidad y Demagogia en la Tecnología Nacional*; El Colegio Nacional; México D.F. **1989**.

[1] *Nota de los editores*. En este número del *Bol. Soc. Quím. Méx.* se incluye la presentación por escrito del doctor Ricardo Gómez. Esperamos en un futuro próximo publicar también la del doctor Antonio Campero.

Bol. Soc. Quím. Méx. **2010**, *4(1), 24-26*
© 2010, Sociedad Química de México
ISSN 1870-1809

Los primeros años del departamento de química en la UAM-I

Ricardo Gómez

Departamento de Química de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, División de Ciencias Básicas e Ingeniería. Av San Rafael Atlixco No.186, Col. Vicentina, Iztapalapa 09340. México D.F. gomr@xanum.uam.mx

Resumen. Se hace una descripción sucinta del origen y desarrollo del Departamento de Química de la Universidad Autónoma Metropolitana. Inicialmente se contemplaba la integración de físicos y químicos bajo una misma organización académica, sin embargo, debido a diversos motivos, en 1976 se formaron los Departamentos de Física y Química. La oferta educativa del departamento de química fue desde su origen única e inicialmente se crearon las áreas de investigación en Química Cuántica, Fenómenos de Superficie, Catálisis y Química Inorgánica. El Departamento de Química se consolidó a partir de recursos humanos provenientes de la autoformación de cuadros académicos y mediante la creación de nuevas áreas. La figura de profesor investigador permitió la formación de uno de los centros de investigación y docencia en ciencias químicas con mayor presencia y solidez en el ambiente académico nacional

El departamento de Química de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa nació hace 35 años, teniendo su origen en el Instituto Mexicano del Petróleo. En 1974 fungía como Director de División de Investigación Básica de Procesos el doctor Leopoldo García Colín, quien había sido invitado a participar en la construcción de una nueva universidad, con altas expectativas de innovación educativa. El sistema propuesto contemplaba, por primera vez, el agrupamiento en divisiones de las ciencias y las ingenierías (CBI), de las humanidades y las ciencias sociales (CSH), así como de las ciencias biológicas y de la salud (CBS), mismos que habían sido y quizás aún son impensables o no aplicables, por múltiples motivos, en la educación superior de México.

La nueva Universidad contemplaba también una propuesta totalmente novedosa para la época en el ámbito de la enseñanza; la "departamentalización". Es decir, por primera vez se agruparían los diferentes profesores en función de su formación y no por escuelas o facultades: los matemáticos, químicos, físicos e ingenieros se agruparían en el Departamento de Matemáticas, Ingeniería Química y Energía e Ingeniería Electrónica, siendo el departamento de Física y Química la novedad. En este departamento se contemplaba la integración de físicos y químicos bajo una misma organización académica, con el fin de idea de enriquecer a los químicos con una fuerte formación en física y matemáticas y especialmente en la fisicoquímica, especialidad un tanto minimizada en la mayoría de las instituciones de educación superior (IES), y a los físicos con la adquisición de conocimientos propios de las ciencias químicas.

Así, en septiembre de 1974 se inició la aventura del departamento de Física y Química; agrupados bajo la dirección del doctor García-Colín trabajamos en la formación de físicos y químicos durante dos años; sin embargo, comenzó un gran crecimiento en el número de profesores e investigadores del departamento, debido a que las asignaturas de los primeros trimestres eran obligatorias para todos los alumnos de la División CBI, originando una súper-estructura; se podía prever que para fines prácticos, en algunos años más el tamaño del departamento se volvería inoperante. Fue así que en 1976 se lleva a cabo la separación del departamento de física y química en dos departamentos, sin generarse ninguna modificación en los planes de estudios ni en los objetivos.

Al mencionar que el Departamento de Química se generó en el Instituto Mexicano del Petróleo es debido a que la mayor parte del personal fundador del departamento provenía de la División de Investigación Básica de Procesos y que migró de la Institución por invitación del doctor García Colín. Uno de los criterios empleados en las primeras contrataciones del departamento fue que los integrantes tuvieran una orientación fisicoquímica dentro de su especialidad en química y, como era de esperarse en el IMP se encontraban los investigadores con éste perfil. Así podemos mencionar el ingreso del doctor Raúl Cetina (asesor en el IMP con investigación orientada a la química cuántica), del doctor Vicente Mayagoitia, único investigador en esa época dedicado al estudio de los fenómenos de adsorción por sólidos y de un servidor, Ricardo Gómez, invitado a crear el área de Catálisis del Departamento de Química, iniciando así la incursión de la ingeniería en los programas de investigación en fisicoquímica.

La oferta educativa del departamento de química tenía que ser única y no ofrecida por ninguna otra IES, pues de esa premisa dependería su aportación a la educación química en México. Por tal motivo, las áreas prioritarias se seleccionaron de acuerdo con dos criterios: que estuvieran relacionadas con la fisicoquímica o que pertenecieran a áreas de investigación aún no consolidadas en las IES mexicanas. Inicialmente se crearon las áreas de investigación en Química Cuántica, Fenómenos de Superficie, Catálisis y Química Inorgánica. No fueron contempladas la química orgánica ni la química analítica, así como las materias especializadas como polímeros, alimentos, metalurgia, curtido, textiles, etc. El currículo del químico UAM fue diseñado con una componente altamente formativa en las ciencias básicas, necesarias para un buen desempeño en la fisicoquímica.

La integración de profesores se llevó a cabo mediante la invitación a profesionales en formación o a aquellos que ya contaban con un posgrado. Para el área de química cuántica las invitaciones las llevó a cabo el doctor Cetina, contratando

al doctor Pancracio Palting y a la doctora Annik Vivier. Para el área de química inorgánica se contrató al doctor Antonio Campero y al doctor Lawrence Boucher. En las áreas de catálisis y fisicoquímica de superficies las contrataciones se dieron solamente para profesionales en formación.

Una de las características en la integración del Departamento de Química es que debido a escasez de profesionales con formación en fisicoquímica se recurrió a la apertura de la Maestría en Química, con el fin de formar a los jóvenes elementos que constituirían al personal académico del departamento, pero que sólo contaban con la licenciatura. Los cursos otorgados y los temas de las tesis de investigación desde luego giraron alrededor de las áreas de investigación. Es así como se impartieron las materias de cinética, catálisis, química cuántica, espectroscopía molecular, termodinámica y química inorgánica I y II.

El avance en la integración de un cuerpo académico sólido consistió en procurar que la mayoría de los integrantes del mismo contarán con un posgrado. Entre los años de 1978 y 1984 los estudiantes y profesores que habían adquirido el grado de maestro en ciencias tuvieron que salir al extranjero para continuar con sus estudios de doctorado. Sin embargo, debido a que el país siempre ha tenido una economía de altibajos que no aseguraba un flujo continuo de becarios mexicanos al extranjero, se consideró como una alternativa viable la creación del Doctorado en química en 1982. Nótese que la Licenciatura en química y la formación única en fisicoquímica se encuentra ligada a los estudios de posgrado de los futuros investigadores del departamento ya sea en el extranjero o en el departamento.

Debido a la falta de especialistas en fisicoquímica y de un Doctorado propio en química, la consolidación de las áreas tuvo que esperar algunos años. El área de catálisis alcanzó su número máximo de integrantes en 1986 y fue conformada por investigadores egresados principalmente de nuestros propios laboratorios. Entre ellos contamos con los doctores Maximilano Asomoza, doctora Margarita Viniegra, doctora Nancy Martín, doctora Patricia Villamil, doctor Gilberto Córdoba, doctor Francisco Tzompantzi, doctor Juan Méndez, además de los doctores Gloria del Angel, Virineya Bertin y Ricardo Gómez quienes se habían graduado en Universidades francesas. En lo que respecta al área de Química Inorgánica, ésta también logró su consolidación por el año de 1988. Actualmente, al igual que en el caso anterior, la mayor parte de sus investigadores se formaron en el Departamento de química, entre ellos los doctores Miguel Ángel García, Ana María Soto, Leticia Lomas, Eduardo González, Juan Padilla y Rubén Arrollo, además de Antonio Campero graduado en París.

Como una respuesta a la gran variedad de temas que cubre la fisicoquímica, en 1983 se crearon las condiciones para la apertura del área de Electroquímica. Dos años atrás ya se contaba con el doctor Yunny Meas, quien provenía del CIVESTAV y que era uno de los pocos especialistas en esa época en procesos electroquímicos. El área se fue consolidando y un par años después se integró a la misma el Dr. Ignacio González, recién graduado de la Universidad de París. La demanda de los alumnos por el área de electroquímica fue sorprendente y en pocos años pasó a ocupar un primerísimo lugar en la Licenciatura y en el posgrado en química. Fue precisamente en esta área que se graduó el primer Doctor en Ciencias, el doctor Marco Antonio Quiroz, quien actualmente es profesor de la UDLA-Puebla.

La figura de Profesor-Investigador así como la estrecha unión entre el posgrado y la Licenciatura en Química, motivó la creación de nuevas áreas de investigación. En esta dirección en el año 1986 se crean simultáneamente las áreas de Fisicoquímica Teórica y Biofisicoquímica ambas con el apellido del departamento. La primera de ellas fue generada a partir del área de Química Cuántica, la cual contaba con un número considerable de investigadores y de estudiantes de posgrado, entre ellos el doctor José Luis Gázquez, y como alumnos a los entonces estudiantes Alberto Vela, Marcelo Galván, Ana Martínez y Andrés Cedillo, entre otros. En el área de Química Cuántica quedaban las doctoras Annik Vivier, María Villa, y como estudiantes de doctorado próximos a graduarse, Rodolfo Esquivel, Marco Antonio Mora y José Alejandre, entre otros.

Por otro lado el área de Biofisicoquímica quedó integrada por el profesor ya contratado previamente doctor Andrés Hernández, quien fue también uno de los primeros egresados del posgrado en química de la división de CBI. El área se complementó con los doctores Arturo Rojo, Rafael Zubillaga, Salvador Tello, Silvia Solís, Alfonso Arrollo y Jacqueline Padilla, todos ellos egresados del doctorado en química de UAM-I.

La más reciente área de investigación con la que cuenta el Departamento de Química es el área de química analítica, la cual fue integrada inicialmente por el doctor Alberto Rojas y las doctoras María Teresa Hernández y Gloria Sarabia. El número de graduados en dicha área así como la fuerte demanda estudiantil hace de química analítica un área con un enorme potencial de crecimiento (figura 1, un esbozo de las diversas áreas de investigación de la UAM-I a lo largo del tiempo).

Según la estructura dada anteriormente cabe destacar lo siguiente: el Departamento se consolidó a partir de recursos humanos provenientes de la autoformación de cuadros académicos. La figura de profesor investigador permitió la formación de una de las escuelas nacionales de química con mayor presencia y solidez en el ambiente académico nacional e internacional. La apuesta a la creación de áreas de investigación no cubiertas en su totalidad por otras instituciones de estudios superiores generó liderazgos en poco tiempo en una serie de especialidades como la fisicoquímica sol-gel, la biofisicoquímica enzimática, los fenómenos de adsorción en superficies, el desarrollo de métodos y aplicaciones para el estudio de moléculas vía química cuántica, la implementación de la teoría de funcionales de la densidad, la aplicación de electrodos novedosos y métodos de recuperación de metales, el desarrollo de ecuaciones para el estudio cinético de la reacciones durante su determinación analítica, la síntesis y aplicaciones de materiales nanoestructurados en reacciones de química fina, degradación fotocatalítica y producción de hidrógeno, entre otros.

Por otro lado, nuevos grupos de investigación se han generado en diversas instituciones en todo el país, constituidos en gran parte por investigadores que se formaron en el

departamento, o bien que adquirieron buena parte de su formación en sus laboratorios. Entre éstos podemos mencionar al doctor Sergio Fuentes del Centro de Nanociencias y Nanomateriales de Ensenada (UNAM); a la doctora Gabriela Díaz del IFUNAM; a los doctores Roberto Portillo, Ruth Meléndrez, Griselda Corro, Albino Moreno y Enrique Sánchez de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; al doctor Vicente Rodríguez en el UPICIT de San Luis Potosí; la doctora Teresita Oropeza del Instituto Tecnológico de Tijuana, a la doctora Rebeca Silva en el Instituto Tecnológico de Madero y un numeroso contingente de investigadores del Instituto Mexicano del Petróleo, como los doctores Juan Navarrete, María Elena Llanos, Marina Morán y Salvador Castillo, entre otros.

A 35 años de su creación, el Departamento de Química se presenta como un eje importante para la consolidación de las Ciencias Químicas en México, con personalidad propia y programas de estudios particulares. En este tiempo nuestro Departamento ha sido fuente de profesores e investigadores altamente capacitados para introducir una visión fisicoquímica entre los múltiples escenarios de los centros de Investigación, Escuelas y Facultades de química del país.

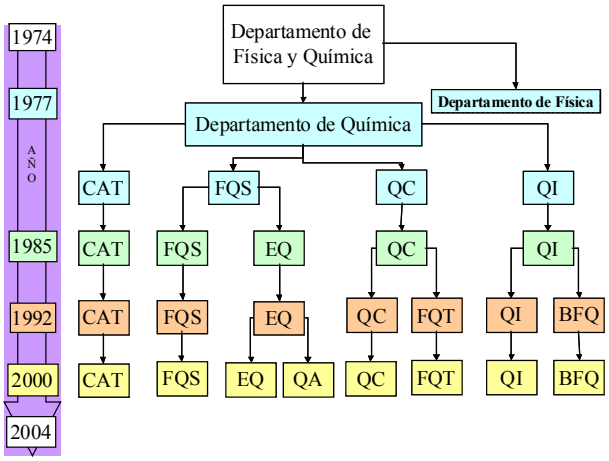


Figura 1. Evolución del Departamento de Química desde su creación en 1977. Sus Áreas de Investigación son 8 actualmente, a saber y en orden alfabético: Biofisicoquímica (BFQ), Catálisis (CAT), Electroquímica (EQ), Fisicoquímica de Superficies (FQS), Fisicoquímica Teórica (FQT) Química Analítica (QA), Química Cuántica (QC) y Química Inorgánica (QI).

Bol. Soc. Quím. Méx. **2010**, *4(1), 27-33*
© 2010, Sociedad Química de México
ISSN 1870-1809

La etapa de consolidación del Departamento de Química de la UAM-I

José Luis Gázquez Mateos

Departamento de Química de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, División de Ciencias Básicas e Ingeniería. Av San Rafael Atlixco No.186, Col. Vicentina, Iztapalapa 09340. México D.F. jlgm@xanum.uam.mx

Resumen. En los artículos de Leopoldo García-Colín y de Ricardo Gómez se relata la historia del origen y de los primeros años del Departamento de Química, de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, mientras que este trabajo se centra en la etapa de consolidación, que abarca, fundamentalmente, las décadas de los ochentas y los noventas. Durante los ochentas, la crisis económica del país impactó de forma negativa en el desarrollo de infraestructura de vanguardia para las tareas de investigación y de docencia, entre otros aspectos. No obstante hubo avances significativos en la maduración y consolidación de la planta académica de profesores de tiempo completo, a través de la realización de estudios de doctorado. Durante los noventas, a través de diversos programas institucionales y nacionales, se pudo fortalecer la infraestructura requerida para el desarrollo de diversas líneas de investigación, y un buen número de los profesores de tiempo completo concluyó sus estudios de doctorado. En la actualidad, cincuenta de los cincuenta y cuatro profesores del Departamento tienen el grado de doctor y cuarenta y uno de ellos son miembros del Sistema Nacional de Investigadores. Desde el inicio de las actividades del Departamento, en 1974, a la fecha, han obtenido la Licenciatura 160 estudiantes, 225 la Maestría y 160 el Doctorado.

Introducción

En los trabajos previos se han presentado los aspectos relacionados con la historia del origen y de los primeros años del Departamento de Química, de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. En este trabajo se hablará de la etapa de consolidación, que abarca, fundamentalmente, las décadas de los ochentas y los noventas [1].

Foto 1. Explanada principal de la Unidad Iztapalapa de la UAM.

Un aspecto muy importante para entender la forma como se fue desarrollando el Departamento de Química, tiene que ver con la organización académica de la Universidad Autónoma Metropolitana. La idea del gobierno federal en 1973, de crear una nueva universidad, surge básicamente como respuesta a la necesidad de ampliar la cobertura de la oferta educativa de estudios superiores, debido al fuerte incremento en la demanda, en el área metropolitana formada por la Ciudad de México y el Estado de México, y a la necesidad de ampliar las actividades de investigación en el país.

En el Artículo 2 de su Ley Orgánica [2] se estableció que "La Universidad Autónoma Metropolitana tendrá por objeto:

1. Impartir educación superior de licenciatura, maestría y doctorado, y cursos de actualización y especialización, en sus modalidades escolar y extraescolar, procurando que la formación de profesionales corresponda a las necesidades de la sociedad;
2. Organizar y desarrollar actividades de investigación humanística y científica, en atención, primordialmente, a los problemas nacionales y en relación con las condiciones del desenvolvimiento histórico; y
3. Preservar y difundir la cultura."

Adicionalmente, para el cumplimiento de su objeto se estableció también en su ley Orgánica que esta nueva institución operaría en cada una de sus Unidades Académicas con una organización de tipo departamental.

Los fundadores de la UAM consideraron que para cumplir con su objeto y desarrollar plenamente este tipo de organización era necesario contar con una planta académica conformada principalmente por profesores de tiempo completo que desarrollaran simultáneamente actividades de investigación y de docencia. De esta manera se buscaba que las actividades de investigación incidieran tanto en el avance del conocimiento en los diversos campos disciplinarios y en la solución de los problemas de la sociedad, como en el proceso de formación de los estudiantes.

En este contexto surge primeramente, en 1974, en la Unidad Iztapalapa, dentro de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, el Departamento de Física y Química, y tres años después, en 1977, se separa en los Departamentos de Física y de Química [3]. En los trabajos previos de Leopoldo García Colín y de Ricardo Gómez se han descrito los primeros años del Departamento de Química y la creación de sus primeras áreas de investigación. Puede observarse que desde su origen, el Departamento tuvo una fuerte orientación hacia la fisico-

química, ya que en aquel momento se trataba de un área de la química que se había desarrollado poco en México. Se consideró que era mejor apuntalar este campo de conocimiento, en lugar de orientar la investigación hacia áreas relacionadas con la química orgánica, que ya tenían una larga tradición y presentaban un alto grado de consolidación en otras instituciones de educación superior y centros de investigación. Así, las primeras Áreas de Investigación del Departamento fueron las de Catálisis, Fisicoquímica de Superficies, Química Cuántica y Química Inorgánica.

A continuación describiremos de manera breve la evolución de la planta académica y de la infraestructura durante las décadas de los ochentas y los noventas, y las políticas que se instrumentaron en este periodo tanto a nivel nacional, como en la Universidad, y que incidieron de manera muy importante en el proceso de consolidación del Departamento de Química de la UAM-I.

La planta académica

La situación en química en el país, en cuanto a recursos humanos con estudios de doctorado y habilitados para las tareas de investigación era, en 1974, mejor que en otras disciplinas, lo que le permitió al Departamento de Química contar desde el inicio con líderes académicos, que impulsaron la investigación, la creación de la Maestría en Química (aprobada en el Colegio Académico en 1977) y, junto con los demás departamentos de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, la puesta en operación del Doctorado en Ciencias, aprobado por el Colegio Académico en 1982.

Sin embargo, desde el inicio de sus actividades en 1974, el rápido incremento en la matrícula obligó a la Universidad a contratar profesores que recién estaban concluyendo sus estudios de licenciatura, para poder cubrir las necesidades de docencia, aún cuando tuvieran poca o nula experiencia en actividades de investigación. El Departamento de Química no estuvo exento de esa situación pues además de encargarse de los cursos de química de los programas de licenciatura, maestría y doctorado en química, también es el responsable de impartir los cursos de química del tronco general de asignaturas, el cual es obligatorio para todos los estudiantes de todas las licenciaturas que ofrece la División de Ciencias Básicas e Ingeniería y de algunos de los cursos de química de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud.

Así, la planta académica del Departamento y la del conjunto de la Universidad fueron creciendo con la incorporación de jóvenes recién egresados de programas de licenciatura, por lo cual fue necesario establecer políticas institucionales orientadas a la habilitación de los profesores para la realización de las actividades de investigación, fundamentalmente a través de la realización de estudios de posgrado. Particularmente, este fue un aspecto que se impulsó de manera muy importante en el Departamento de Química desde el inicio de sus actividades.

En este sentido, por un lado se facilitó el que aquellos profesores de tiempo completo que quisieran realizar sus estudios de posgrado en la zona metropolitana, contarán con el apoyo para hacerlo, en un contexto en el que dedicaban una parte de su tiempo a cubrir la carga docente que se les asignaba y el resto del tiempo lo ocupaban en sus estudios de maestría o de doctorado. Por otro lado, en el caso de profesores que optaron por realizar sus estudios de doctorado en el extranjero, en campos poco desarrollados en México se les otorgó la licencia sin goce de sueldo durante todo el tiempo que duraron los estudios, de manera que mantuvieron su plaza académica y, al obtener el grado, pudieron reincorporarse a la Institución. Para optar por esta opción el profesor contaba con el apoyo institucional para obtener una beca de estudios en el extranjero del CONACYT. Este incentivo fue utilizado por varios profesores del Departamento.

Posteriormente, en 1989, la Universidad estableció un esquema de becas para la realización de estudios de posgrado, mediante el cual, además del beneficio de la licencia, el profesor cuenta con una beca durante dos años para maestría y durante tres años para doctorado, equivalente al salario que recibiría si se mantuviera como profesor. Este esquema también fue utilizado por algunos profesores en el Departamento.

Así, a principios de los ochentas, el quehacer en investigación del Departamento era conducido por unos cuantos profesores con experiencia en las áreas de la química antes mencionadas, quienes aglutinaban a su alrededor a los jóvenes profesores que querían desarrollarse en la profesión académica, y que iniciaron en esa época sus estudios de maestría o de doctorado. Adicionalmente, algunos otros utilizaron los apoyos que ofrecía la Universidad para realizar sus estudios en el extranjero, en temas que se consideraron importantes para el desarrollo del Departamento.

Es importante señalar que el crecimiento en la plantilla se dio de manera gradual, desde 1974 hasta finales de los ochentas, y que a partir de los noventas las contrataciones de profesores definitivos de tiempo completo se han dado fundamentalmente para cubrir plazas que quedaron vacantes por renuncia, ya que desde entonces a la fecha prácticamente no ha habido plazas nuevas.

Durante la década de los ochentas ocurren dos hechos importantes para el futuro del Departamento. Por un lado, debido al deterioro en los ingresos del personal que desarrollaba actividades académicas en las instituciones de educación superior y en los centros de investigación, se creó el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), en 1984, para apoyar a quienes realizaban actividades de investigación. Por otro lado, en 1985, el Colegio Académico aprobó el Tabulador de Ingreso, Promoción y Permanencia del Personal Académico (TIPPPA), como parte integral del Reglamento de Ingreso, Promoción y Permanencia del Personal Académico (RIPPPA).

Tanto en el SNI como en el RIPPPA se establecen mecanismos de evaluación de los productos y actividades que resultan de las labores que los profesores realizan en la Universidad. Un aspecto relevante es el hecho de que estas evaluaciones están vinculadas con los ingresos, por lo que a través de ellas se direcciona fuertemente el quehacer académico.

El TIPPPA detalla el conjunto de productos y actividades, agrupados en torno a las funciones sustantivas de docencia, investigación y difusión de la cultura, que resultan de las labores que realizan los profesores, y los puntajes mínimo y máximo asociados a cada producto y actividad. De esta manera hay claridad en cuanto a cuáles son las actividades y los productos del trabajo susceptibles de ser evaluados. Para medir la calidad, a cada producto específico, la Comisión Dictaminadora le asigna un puntaje, que debe ubicarse dentro del intervalo que establecen los puntajes mínimo y máximo. El TIPPPA es en síntesis un instrumento que tiene como finalidad reducir los márgenes de subjetividad en las evaluaciones y proporcionar orientación y certidumbre al personal académico.

El TIPPPA se diseñó en 1985, con la finalidad de atender las solicitudes de promoción del personal académico de tiempo completo definitivo y para la evaluación curricular de los participantes en los concursos de oposición o en las plazas de tipo temporal, ya que junto con este tabulador se estableció el puntaje mínimo total asociado con cada categoría y nivel del tabulador salarial.

Posteriormente, surgieron incentivos como el Estímulo a la Docencia y a la Investigación en 1989 y la Beca de Apoyo a la Permanencia en 1990, cuyo diseño se basó en el TIPPPA. Estos incentivos fueron la respuesta institucional al deterioro en los ingresos del personal académico, ocurrido en todo el sistema de educación superior en México, como consecuencia de la crisis económica que se vivió durante toda la década de los ochenta. De esta manera, el TIPPPA adquirió una enorme importancia en el desarrollo de la Universidad, pues a través de él, desde entonces y hasta la fecha, se evalúan las actividades del personal académico y técnico para el otorgamiento de estos incentivos.

Junto con la Beca de Apoyo a la Permanencia, surgieron el Estímulo a los Grados Académicos y el Estímulo a la Trayectoria Académica Sobresaliente.

El Estímulo a los Grados Académicos constituye un reconocimiento al personal académico que cuenta con el grado de maestría o de doctorado, y como tal, es a la vez un incentivo para los profesores que no tienen estudios de posgrado, congruente con la política que ha desarrollado la UAM en el sentido de orientar a su planta académica de tiempo completo a realizar estudios de posgrado, como un primer paso hacia la habilitación en las tareas de docencia y de investigación.

El Estímulo a la Trayectoria Académica Sobresaliente es un reconocimiento para el personal académico de tiempo completo que ya ha alcanzado la máxima categoría y nivel, que corresponde con el de profesor titular C en nuestra institución, que se otorga en función de su producción total acumulada durante su estancia en la Universidad, de acuerdo con el TIPPPA.

Adicionalmente, en 1992 se estableció la Beca al Reconocimiento de la Carrera Docente, con el objeto de incentivar esta actividad, ya que la Beca de Apoyo a la Permanencia, aún cuando establece como requisito indispensable para obtenerla el tener actividades de docencia, por la forma como está estructurado el TIPPPA, está más vinculada con las actividades de investigación. A diferencia de los otros estímulos, en el caso de la Beca al Reconocimiento de la Carrera Docente la evaluación no se lleva a cabo a través del TIPPPA, sino que es el Consejo Divisional la instancia que conduce el proceso, fundamentalmente por medio del análisis de las encuestas trimestrales que responden los alumnos sobre el desempeño de sus profesores.

En 1994 todo el sistema quedó integrado, con el objetivo de que el personal académico pueda optar por una carrera académica más orientada hacia la docencia, o más orientada hacia la investigación, de acuerdo con sus preferencias. Esto se estableció a través de los niveles que se reconocen en la Beca al Reconocimiento de la Carrera Docente, que están basados en el número de horas frente a grupo. En principio, un profesor con mayor vocación hacia la docencia, puede alcanzar los niveles más altos de la beca, dedicando la mayor parte de su tiempo a la preparación e impartición de varios cursos por trimestre, mientras que un profesor con mayor vocación hacia la investigación, se ubicará en los niveles más bajos de la beca de docencia, pues la mayor parte de su tiempo la dedicará a las actividades de investigación, las cuales son reconocidas a través de la Beca de Apoyo a la Permanencia. El Estímulo a los Grados Académicos y el Estímulo a la Trayectoria Académica Sobresaliente se otorgan sólo si se ha obtenido la Beca al Reconocimiento de la Carrera Docente o la Beca de Apoyo a la Permanencia.

Un aspecto relevante es que el sistema de becas y estímulos está también diseñado para fomentar la promoción del personal académico, ya que los montos que se otorgan en cada uno de los diferentes incentivos están diferenciados por categoría y nivel.

En la UAM, a diferencia de otras instituciones de educación superior, una vez que un profesor adquiere la definitividad, puede solicitar su promoción cuando transcurra al menos un año de la última evaluación que se le hubiere hecho. Para ello se le evalúan todas las actividades realizadas durante el periodo correspondiente, y se le asigna un puntaje a cada una de ellas de acuerdo con el TIPPPA. El total de puntos del periodo se suma al puntaje que tenía acumulado hasta la última evaluación y así se establece si procede o no la promoción a la nueva categoría o nivel.

Puede afirmarse que desde 1990 a la fecha, el sistema de becas y estímulos, junto con los mecanismos de promoción y el Tabulador han tenido una fuerte influencia en el desarrollo de la UAM.

La creación del SNI en 1984 coincide con la etapa en la que la mayor parte de los profesores del Departamento se encontraban realizando sus estudios de posgrado, por lo que al principio tuvo poco impacto, aunque constituyó un aliciente muy importante para los profesores que ya tenían una trayectoria en investigación, y un objetivo a alcanzar por parte de todos con el paso del tiempo.

De esta manera, el conjunto de políticas institucionales instrumentadas desde la creación de la Universidad, durante la década de los ochentas y durante la primera mitad de la década de los noventas, junto con la creación del SNI, incentivaron

en el Departamento de Química la realización de los estudios de posgrado por parte de los profesores que no los tenían, e impulsaron de manera muy importante las actividades de investigación, con la finalidad de que éstas incidieran en la formación de recursos humanos en los niveles de licenciatura y de posgrado, y aportaran al avance del conocimiento en los campos que se cultivan.

En este contexto, el Departamento de Química fue avanzando hacia su consolidación, a partir de la agrupación de sus profesores en torno a las cuatro Áreas de Investigación iniciales: Catálisis, Fisicoquímica de Superficies, Química Cuántica y Química Inorgánica. En 1985 se creó el Área de Electroquímica, ya que el grupo que se formó en este campo dentro del Área de Fisicoquímica de Superficies, alcanzó la masa crítica necesaria. Posteriormente, en 1992, como resultado del ejercicio de planeación a largo plazo llevado a cabo en toda la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, se consideró conveniente establecer el Área de Fisicoquímica Teórica, con parte de los integrantes del Área de Química Cuántica, y constituir el Área de Biofisicoquímica con el grupo que se había formado en este campo dentro del Área de Química Inorgánica. Finalmente, en 2004, se formó el Área de Química Analítica a partir básicamente del grupo que cultivaba este campo de conocimiento dentro del Área de Electroquímica.

En la actualidad las ocho áreas de investigación están integradas de la siguiente forma:

- Biofisicoquímica, seis profesores, todos ellos con doctorado.
- Catálisis, doce profesores, once de ellos con doctorado y uno con maestría.
- Electroquímica, seis profesores, cinco de ellos con doctorado y uno con maestría.
- Fisicoquímica de Superficies, cinco profesores, todos ellos con doctorado.
- Fisicoquímica Teórica, siete profesores, todos ellos con doctorado.
- Química Analítica, cinco profesores, cuatro de ellos con doctorado y uno con maestría.
- Química Cuántica, seis profesores, todos ellos con doctorado.
- Química Inorgánica, siete profesores, seis de ellos con doctorado y uno con maestría.

En total, el Departamento cuenta con cincuenta y cuatro profesores definitivos de tiempo completo, de los cuales cincuenta tienen el doctorado y cuatro la maestría.

Por otro lado, en relación con el tabulador académico, la distribución es la siguiente:

- Titular A, un profesor
- Titular B, cinco profesores
- Titular C, cuarenta y ocho profesores

Mientras que en relación con el SNI la situación actual es la siguiente:

- Nivel 1, dieciocho profesores
- Nivel 2, doce profesores
- Nivel 3, once profesores

Es decir, cuarenta y un profesores de los cincuenta y cuatro son miembros del Sistema Nacional de Investigadores.

Foto 2. Laboratorio Central de la Unidad Iztapalapa de la UAM en el que se ubican los equipos de resonancia magnética, los microscopios electrónicos y el Laboratorio de supercómputo y visualización.

A partir de esta información se puede observar que ha habido un avance significativo en la habilitación del personal académico, para la realización de las actividades de docencia e investigación, a través de la realización de estudios de posgrado, ya que en la actualidad el noventa y tres por ciento de los profesores cuenta con el grado de doctor. Por otro lado, también se puede observar que casi todos los profesores ya tienen la máxima categoría y nivel del tabulador de la UAM, que es la de Profesor Titular C, mientras que en relación con el SNI, los profesores que cuentan con esta distinción se distribuyen entre los tres niveles.

Esta situación se puede explicar tomando en cuenta que el ritmo anual de evaluación en la UAM, junto con el TIPPPA, que en aras de alcanzar una mayor objetividad en las evaluaciones que llevan a cabo las Comisiones Dictaminadoras, privilegia aspectos cuantitativos, sobre los aspectos cualitativos, incentivan la promoción, a una velocidad mayor que el ritmo trienal de evaluación del SNI, que además, aún cuando toma en cuenta aspectos cuantitativos, hasta cierto punto privilegia más los aspectos cualitativos.

En conjunto, podemos observar que tanto las políticas institucionales, como las políticas nacionales, tuvieron un fuerte impacto sobre la planta académica del Departamento de Química, que, a la fecha, ha logrado un nivel de madurez significativo y que continúa esforzándose por alcanzar una mayor consolidación.

La infraestructura

Es importante señalar que desde el inicio de las actividades, en septiembre de 1974, las Áreas de Investigación se empezaron a equipar con infraestructura, en ese momento adecuada, para los campos de la fisicoquímica y de la química inorgánica que se cultivaban. Sin embargo, el proceso de equipamiento se vio rápidamente frenado con motivo de la crisis económica que vivió el país, a partir de 1982, y que llevó a una reducción drástica de los presupuestos otorgados a las instituciones de educación superior y, en general, a todas las actividades vinculadas con ciencia y tecnología. Esta situación afectó severamente al Departamento a lo largo de los ochentas. Durante este periodo fue necesario establecer prioridades a nivel de todo el Departamento, para lograr pequeños avances con los pocos recursos internos y externos con los que se contaba. Fue así que, por ejemplo, a mediados de los ochentas, por medio del Programa de Apoyo al Posgrado Nacional que operaba el CONACYT en ese momento, se logró adquirir un difractómetro de rayos X para polvos, comprometiendo los recursos para el Departamento de Química de este programa, durante dos años consecutivos y prácticamente todo el presupuesto interno de inversión asignado al Departamento. Sin embargo, no obstante estos pequeños avances, en general, se puede decir que durante la década de los ochenta, prácticamente no hubo inversión en infraestructura, situación que afectó severamente el desarrollo de varias de las líneas de investigación.

A principios de la década de los noventas, el CONACYT puso en operación el Programa de Apoyo a la Ciencia en México (PACIME). Dentro de este programa se contemplaron dos modalidades que fueron muy importantes para fortalecer la infraestructura necesaria para la investigación. Por un lado, la modalidad tradicional del proyecto de investigación individual o de grupo, que contemplaba gasto operativo y gasto en inversión. A diferencia de épocas anteriores, a partir de los noventas si contemplaron en esta modalidad recursos razonables para adquirir equipos. Sin embargo, fue una nueva modalidad denominada proyectos de infraestructura, la que le permitió al Departamento de Química, a través de los proyectos que presentó la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, dar un salto muy importante en equipamiento de alta tecnología para el apoyo a las diferentes líneas de investigación.

Esta modalidad establecía como requisito que el presupuesto total asignado al proyecto estaría compuesto por los fondos aportados por el CONACYT y por la institución proponente en partes iguales. Así, con el apoyo de la Universidad, la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Unidad Iztapalapa presentó proyectos de infraestructura en 1991 y en

Foto 3. Resonancia magnética nuclear de 500 MHz ubicada en el Laboratorio Central.

Foto 4. Cúmulo de 2160 procesadores conocido como Aitzaloa, ubicado en el Laboratorio de supercómputo y visualización.

1992, que permitieron alcanzar avances significativos en el equipamiento. A través de estos proyectos se adquirió una resonancia magnética nuclear de 500 MHz, que en aquel tiempo era la de mayor capacidad en el mercado, dos microscopios electrónicos, uno de transmisión y uno de barrido, y dos supercomputadoras. Todos estos equipos se ubicaron en lo que hasta la fecha constituye el Laboratorio Central, que da servicio a todos los grupos de investigación de la Unidad que requieren este tipo de técnicas para el desarrollo de sus líneas de investigación. Adicionalmente, se adquirieron un buen número de equipos para uso más específico de varias de las Áreas de Investigación del Departamento.

Es importante señalar que los diferentes grupos del Departamento ya habían hecho contribuciones importantes al avance del conocimiento en sus campos con la infraestructura que tenían entonces. Sin embargo, estos proyectos que fueron aprobados por el CONACYT, representaron en su momento un paso muy importante, para poder plantearse objetivos más ambiciosos en las diversas líneas de investigación.

A partir de entonces y hasta la época actual, gracias a los proyectos de investigación financiados por el CONACYT y por la industria, así como al apoyo de la Universidad, se ha logrado mantener y acrecentar la infraestructura, que en términos generales es adecuada para las investigaciones que se desarrollan.

La formación de recursos humanos

La participación del Departamento de Química en la formación de recursos humanos, en la Unidad Iztapalapa ha sido muy importante desde el inicio de actividades en 1974.

En primer término es importante señalar que de acuerdo con la organización departamental, la planta académica atiende, a nivel de licenciatura, los cursos de:

- Química del Tronco General de Asignaturas de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, el cual forma parte del plan de estudios de los nueve programas de licenciatura que se ofrecen.
- Química de la Licenciatura en Química y de la Licenciatura en Ingeniería Química.
- Fisicoquímica de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, que forman parte del plan de estudios de los seis programas de licenciatura que ofrecen.

Adicionalmente, la planta académica se hace cargo de prácticamente la totalidad de los cursos y la dirección de tesis de los programas de Maestría y Doctorado en Química.

La Licenciatura en Química siempre ha mantenido una matrícula baja, mientras que en el caso de la Maestría y el Doctorado en Química, de acuerdo a los estándares nacionales, la matrícula siempre se ha mantenido relativamente alta. Desde el inicio de las actividades en 1974, a la fecha, los estudiantes que han concluido sus estudios son:

- 160 de licenciatura
- 225 de maestría
- 160 de doctorado

Como puede observarse de estos datos, el Departamento de Química desde su creación mostró una clara vocación hacia la formación de recursos humanos a nivel de posgrado. Los líderes académicos con los que contó desde el inicio de sus actividades, pusieron rápidamente en operación, en 1977, la Maestría en Química y se sumaron con gran éxito al desarrollo del Doctorado en Ciencias que se instrumento a nivel de toda la División de Ciencias Básicas e Ingeniería en 1982. Posteriormente, en 2000, el Colegio Académico aprobó lo que se ha llamado el Sistema de Posgrado de la División, dentro del cual se ubican la Maestría y el Doctorado en Química. Actualmente, estos dos programas, que están en el Padrón Nacional de Posgrados SEP-CONACYT, son parte fundamental del desarrollo del Departamento, ya que en prácticamente todas las líneas de investigación que se cultivan participan de una manera muy importante los estudiantes de posgrado.

De hecho, una característica importante del Departamento, a lo largo de su historia, ha sido que en la inmensa mayoría de las publicaciones de los resultados de investigación, que por lo general son en revistas de gran prestigio a nivel internacional, aparecen estudiantes de posgrado como coautores.

Líneas de Investigación

A continuación se presentan las líneas de investigación que se están desarrollando actualmente en cada una de las Áreas de Investigación del Departamento [4].

En Biofisicoquímica:

- Estructura y estabilidad de las proteínas.

En Catálisis:

- Hidrogenación selectiva en catalizadores metálicos.
- Propiedades catalíticas de nuevos materiales obtenidos mediante el procedimiento sol-gel.
- Fotocatálisis.
- Membranas inorgánicas amorfas obtenidas a partir de polímeros inorgánicos.
- Reacciones catalíticas de hidrogenación y oxidación en metales de transición.

En Electroquímica:

- Electrodos modificados con propiedades catalíticas, selectivas a reacciones de interés tecnológico o a procesos de reconocimiento molecular.
- Estudio fisicoquímico de los procesos hidrometalúrgicos de lixiviación, cementación y separación electroquímica de minerales.
- Electrodeposición de metales y aleaciones.

— Fenómenos de adsorción molecular en la interfase electrodo/electrolito.

En Fisicoquímica de Superficies:

— Modelos, simulación, adsorción, fenomenología capilar, preparación y caracterización de medios porosos y superficies.

En Fisicoquímica teórica:

— Estudios teóricos en bioinorgánica y catálisis.
— Teoría de funcionales de la densidad de átomos y moléculas.

En Química Analítica

— Determinación de constantes de equilibrio en soluciones acuosas con métodos gráficos y computacionales.

En Química Cuántica:

— Simulación de fluidos homogéneos e inhomogéneos.
— Densidad electrónica en átomos y moléculas.
— Tratamiento mecánico-cuántico de estructura molecular y reactividad química de sistemas de interés tecnológico.
— Espectroscopia rotacional y vibracional.
— Estudio teórico de reacciones de la química atmosférica.

En Química Inorgánica:

— Especies activas en sólidos cristalinos y amorfos.
— Química y física de compuestos de intercalación de hierro, manganeso, cadmio y niquel.
— Magnetoquímica
— Estabilidad de complejos olefínicos y aromáticos de plata y cobre.

Conclusiones

Después de treinta y cinco años, puede afirmarse que el Departamento de Química ha tenido un avance significativo y un impacto muy importante, tanto dentro de la UAM, como en el país.

El Departamento de Química ha capitalizado las políticas institucionales y nacionales, para alcanzar un alto grado de desarrollo, y consolidar una infraestructura de punta, para las líneas de investigación que se cultivan. A lo largo de su historia, el Departamento ha tenido una participación relevante en la formación de los estudiantes de licenciatura de prácticamente todas las carreras que ofrecen las divisiones de Ciencias Básicas e Ingeniería y de Ciencias Biológicas y de la Salud, y, ha contribuido, de manera notable, tanto a la formación de recursos humanos de licenciatura, maestría y doctorado en química, como a la investigación en esta disciplina en el país.

Indudablemente, la idea original de sus fundadores, de pensar en un departamento conjunto de física y química, le proporcionó, al hoy Departamento de Química, un sello distintivo que marcó en gran medida el rumbo de su desarrollo, ya que a lo largo de todo este tiempo se ha mantenido una clara vocación hacia la fisicoquímica, tanto en los temas de investigación, como en los planes y programas de estudio.

A futuro se mantienen grandes retos. El Departamento necesita reflexionar sobre su desarrollo en el mediano y largo plazos. Asuntos como la incorporación de profesores jóvenes, que cultiven nuevos campos de conocimiento, son cruciales. Adicionalmente, también la reflexión sobre la formación de los estudiantes, así como el incremento en la matrícula de licenciatura y de posgrado son temas que es necesario atender, entre otros.

Referencias

1. Para mayor información cuantitativa sobre este periodo véase Rojas, A. y González, I. El Departamento de Química de la Universidad Autónoma Metropolitana. Celebrando treinta Años (1977-2007), *Bol. Soc. Quím. Méx.* **2008**, *2*, 14-23.
2. *Ley Orgánica de la Universidad Autónoma Metropolitana*, aprobada por el H. Congreso de la Unión y publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 17 de diciembre de 1973.
3. Gómez, J. R. Historia del Departamento de Química, en *Mirando al Futuro. 35 Aniversario. Evolución y Desarrollo de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería* **2009**, 81-90, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
4. Méndez, J. Situación Actual del Departamento de Química, en *Mirando al Futuro. 35 Aniversario. Evolución y Desarrollo de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería* **2009**, 93-104, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

Bol. Soc. Quím. Méx. **2010**, *4(1), 34-36*
© 2010, Sociedad Química de México
ISSN 1870-1809

Doctora Mina Kleiche Dray

Historiadora y socióloga, Doctora en Epistemología, Historia de la Ciencia y Tecnología (Université Paris VII-Denis Diderot, 1998), Investigadora Titular en el Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD), miembro de la UMR 201 *Sociétés et Développement* (Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne - IRD), investigadora huésped en el IIS (Instituto de la Investigaciones Sociales), Universidad Nacional Autónoma de México, en Ciudad de México desde 2005. Sus temas de investigación son política de la ciencia, las comunidades científicas, y la producción científica, el desarrollo de la ciencia y de la tecnología en los países periféricos, la evaluación de las políticas públicas y la investigación en la historia de la ciencia y de las instituciones científicas. Tiene alrededor de 30 publicaciones entre libros y artículos en revistas con crítica editorial. Llevó a cabo sus estudios en Francia, Marruecos y México. Realizó varias consultorías de evaluación en las políticas públicas para los gobiernos de Francia y Marruecos. Dentro sus proyectos más recientes, está coordinando el programa *"Entre laboratorio, universidad y Empresas evolución de las disciplinas científicas en Mexico"* (HISOQUIMEX), IIS-UNAM/IRD/CUIB-UNAM.

Doctor Andoni Garritz Ruiz

Realizó en la UNAM sus estudios de Ingeniería Química (1971), de Maestría (1974) y Doctorado (1977) en Fisicoquímica. Ha dado cátedra durante 38 años en los niveles de Bachillerato, Licenciatura y Posgrado, y ofrecido unos 40 cursos para formación y actualización de profesores. Ha publicado más de 150 artículos, al igual que 6 manuales de prácticas, 3 libros de divulgación y 5 libros de texto. Es el Director de la revista *Educación Química* desde su fundación en 1989, la cual acaba de cumplir su vigésimo aniversario con un creciente carácter internacional. Ha ocupado cargos académico-administrativos relevantes: En su Facultad fue Jefe de la División de Estudios de Posgrado de 1983 a 1987 y Director de 1993 a 1997. En la UNAM fue Coordinador General de Estudios de Posgrado entre 1989 y 1990, así como del Programa de Integración de Docencia e Investigación entre 1991 y 1992. Ha recibido varias distinciones en el nivel nacional, entre otras el Premio Nacional de Química "Andrés Manuel del Río"-1988; el premio "Ing. Ernesto Ríos del Castillo"-1995 y el Premio Universidad Nacional 1996 en Docencia en Ciencias Naturales. Es miembro de número de la Academia de Ingeniería.

Doctora María del Jesús Rosales Hoz

Profesora Investigadora en el Departamento de Química del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav). Estudió su licenciatura en Química en la Facultad de Química de la UNAM y la Maestría en Química Inorgánica, también en la UNAM. Posteriormente realizó estudios de doctorado en la Universidad de Cambridge en Inglaterra. A su regreso a México, se incorporó como Investigadora al Instituto de Química de la UNAM, en donde permaneció durante ocho años.

Después de realizar una estancia sabática en el Departamento de Química del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, fue invitada a incorporarse al cuerpo de Profesores del citado departamento en donde es actualmente Profesora Titular. En los años que lleva en el Cinvestav, ha fungido como Coordinadora Académica del Programa de Doctorado en Ciencias Químicas y como jefa del Departamento.

Su línea de investigación se centra en estudios de reactividad de cúmulos metálicos carbonílicos y en análisis estructural por difracción de rayos X, de diversos compuestos. Ha publicado varios artículos de investigación en revistas indizadas y presentado diversos trabajos en congresos. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores desde su creación.

En el aspecto de formación de recursos humanos, ha dirigido tesis de licenciatura, maestría y doctorado e impartido cursos de esos tres niveles tanto en la UNAM como en el Cinvestav. Adicionalmente ha impartido cursos a nivel bachillerato.

Doctor Eusebio Juaristi Cosío

Profesor Titular e Investigador en el Departamento de Química del CINVESTAV-IPN. Obtuvo el título de licenciado en Ciencias Químicas (1974) del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y de doctor en Ciencias Químicas (Ph.D., 1977) de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill, NC, E.U.A. Trabajó como investigador posdoctoral en la Universidad de California, Berkeley (1977-1978) y como investigador asociado en la División de Diagnósticos de Syntex en Palo Alto, California (1978-1979) antes de volver a México. El Dr. Juaristi fue Profesor Visitante del Politécnico (E.T.H.) de Zurich durante 1985-1986, así como durante 1992-1993, y de la Universidad de California en Berkeley (1999-2000). Ha supervisado el desarrollo de 33 tesis Doctorales, 23 de

Maestría y 53 de Licenciatura. Es autor o coautor de 286 publicaciones en el área de la química, incluyendo 166 trabajos de investigación original, 15 libros, 28 capítulos en libros, 18 artículos de revisión, 18 artículos de docencia y 41 artículos de difusión. Estas publicaciones han recibido más de 6000 citas por otros autores, incluyendo aproximadamente 700 en libros. Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias, Investigador Nacional en el Sistema Nacional de Investigadores. Coordinador y fundador de la *Red Latinoamericana de Química* (www.relaq.mx), a partir de 1995. Premio de la Academia de la Investigación Científica en Ciencias Exactas (ahora Academia Mexicana de Ciencias) 1988. Premio Interamericano de Ciencia y Tecnología 1990, otorgado por la Organización de Estados Americanos. Premio Nacional de Química "Andrés Manuel Del Río", otorgado por la Sociedad Química de México, 1994. Premio Nacional de Ciencias y Artes 1998 en el Área de las Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales. Miembro de El Colegio Nacional, a partir del 13 de febrero de 2006. Vicepresidente de la Sociedad Química de México 2007-2008 y actualmente Presidente 2009-2010. Jefe del Departamento de Química del Cinvestav-IPN a partir del 7 de agosto de 2007. Nombrado "Fellow" (Miembro Honorario) de la American Chemical Society, agosto 17, 2009.

Doctor Omar Solorza Feria

Profesor Titular e Investigador en el Departamento de Química del CINVESTAV-IPN. Egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, ESIQIE, del IPN en 1976. Realizó sus estudios de maestría (1981) y de doctorado (1984) en el Departamento de Química del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, CINVESTAV-IPN. Posdoctorales en la Universidad de París y en el Instituto Hahn-Meitner, en Berlín. Desde 1982 ha sido contratado como profesor-investigador en el Departamento de Química del CINVESTAV, donde fue coordinador administrativo y jefe de Departamento, cada cargo durante siete años. Las líneas de investigación que desarrolla están relacionadas con la síntesis y caracterización de materiales nanoestructurados con propiedades electrocatalíticas para celdas de combustible de baja temperatura. En su grupo de investigación, energética electroquímica, también se diseñan y construyen prototipos con tecnología de hidrógeno y celdas de combustible. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel III, fundador y expresidente de la Sociedad Mexicana de Electroquímica (1990-1992) y de la Sociedad Mexicana del Hidrógeno (2000-2002). Miembro fundador y representante mexicano de la Red Iberoamericana de Pilas de Combustible (2007- 2009).

Doctor Leopoldo García-Colín Scherer

Se graduó de químico en la UNAM en 1953, y recibió su doctorado en física de la Universidad de Maryland en 1959. Fue fundador y profesor de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN (1960-1963), de la Universidad Autónoma de Puebla (1964-1966), de la Facultad de Ciencias de la UNAM (1967-1984), investigador en el Centro Nuclear de Salazar, subdirector del Instituto Mexicano del Petróleo a cargo de la Subdirección de Investigación Básica de Procesos (1967-1974), fundador y jefe del Departamento de Física y Química de la UAM-Iztapalapa (1974-1978) e investigador del Instituto de Investigación en Materiales de la UNAM (1984-1988). A partir de este mismo año es Investigador Nacional Nivel III. Fue poseedor de una Cátedra de Excelencia Nivel I (1992-2002) del Conacyt y, en 2003, fue nombrado Investigador Nacional de Excelencia. Además, es Profesor Distinguido de la UAM-I desde 1983. Fue nombrado como el primer profesor Emérito de esa misma universidad en noviembre de 2006.

Sus intereses profesionales incluyen la física estadística de sistemas fuera de equilibrio, la termodinámica irreversible no lineal y sus aplicaciones astrofísicas y cosmológicas, la hidrodinámica, la superfluidez y la transición vítrea. Ha publicado alrededor de 250 trabajos de investigación, 65 de divulgación y ha escrito más de 17 libros sobre diversos temas.

El Dr. García-Colín ha sido miembro, vicepresidente (1971-1972) y presidente (1972-1973) de la Sociedad Mexicana de Física, miembro de la American Physical Society, de la American Association for Physics Teachers, de la Academia de la Investigación Científica, de la Sociedad Química de México y de la American Association for the Advancement of Science, entre otras. Ha recibido numerosas distinciones y reconocimientos, entre ellos el Premio de Física de la Universidad de Maryland (1956-1957), el Premio de Ciencias otorgado por la Academia de la Investigación Científica (1965) y la Medalla al Mérito otorgada por la Universidad Autónoma de Puebla (1965). Ocupó la Cátedra J. D. van der Waals de la Universidad de Amsterdam, Holanda (1976), y obtuvo el Premio Nacional de Ciencias y Artes (1988). Es doctor Honoris-Causa por varias universidades mexicanas, en particular fue nombrado doctor Honoris-Causa por la Universidad Nacional Autónoma de México en septiembre de 2006.

El Dr. Leopoldo García-Colín Scherer ingresó a El Colegio Nacional el 12 de septiembre de 1977. Su conferencia inaugural, Ideas modernas sobre la transición líquido-gas, fue contestada por el doctor Marcos Moshinsky.

Doctor José Ricardo Gómez Romero

Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Licenciado en Química, Universidad Autónoma de Puebla 1962-65; Dr. de Specialité Cinetique Chimie, Universidad Claude Bernard, Lyon Francia 1969-71; Dr. Sciences Physiques, (Dr. de Etat) Universidad Claude Bernard, Lyon Francia 1969-72. Con trabajo en temas relacionados con la catálisis heterogénea, síntesis, caracterización y aplicaciones en catálisis acido-base, oligomerización de olefinas, refinación del petróleo y fotocatálisis, entre otros. Ha laborado en varias instituciones como el Instituto de Química, UNAM, Instituto Mexicano del Petróleo, Universidad de Montpellier, Francia, Investigador Invitado por el CNRS. Actualmente ha publicado más de 220 artículos originales de Investigación los cuales cuentan con más de 2200 citas. Cuenta con desarrollos tecnológicos, siete patentes en procesos petroquímicos y abatimiento de la contaminación ambiental. En la formación de recursos humanos ha dirigido más de 45 tesis de licenciatura y posgrado. Forma parte del cuerpo de editores del *Journal Reaction Kinetics and Catalysis Letters*, *Journal Latin. Applied Research*, *Catalysis Commu*nications y *The open catalysis Journal*. Ha sido distinguido con los siguientes reconocimientos: Investigador Nacional Nivel III, Premio SCOPUS 2008 en Química, Premio al Área de Investigación UAM 2004, Reconocimiento al Mérito Académico Universidad Autónoma de Puebla. 1997, Premio Nacional de Química en Investigación "Andrés Manuel del Rio"-1995, Presea "Ignacio Zaragoza", Congreso del Estado de Puebla, 1994, Premio Nacional de Ciencias y Artes (Tecnología y Diseño) 1993, Premio a la Mejor Área de Investigación Catálisis 1993 UAM, 1er Premio a la Investigación 1992 UAM, Profesor Distinguido 1991 UAM.

Doctor José Luis Gázquez Mateos

Profesor del Departamento de Química, de la UAM-I. Realizó sus estudios de licenciatura en Ingeniería Química en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, de 1967 a 1971, y de doctorado en Fisicoquímica Teórica (Ph. D.) en The Johns Hopkins University de 1971 a 1976. A su regreso a México trabajó como profesor en la Facultad de Química de la UNAM, de 1976 a 1982, y de 1982 a 2001, en el Departamento de Química, de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel III). En la Universidad Autónoma Metropolitana, ocupó los cargos de Jefe del Área de Química Cuántica (1983-1985), Jefe del Departamento de Química (1985-1989), Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (1990-1994), Rector de la Unidad Iztapalapa (1994-1997) y Rector General (1997-2001). De enero de 2002 a mayo de 2005 trabajó en el Instituto Mexicano del Petróleo y, desde junio de 2005 se desempeña, nuevamente, como Profesor del Departamento de Química, de la UAM-I. Su trabajo de investigación, en química teórica, ha estado centrado en el desarrollo de la teoría de funcionales de la densidad y sus aplicaciones al estudio de la reactividad química.

BOLETÍN *de la* SOCIEDAD QUÍMICA *de* MÉXICO

El *Boletín de la Sociedad Química de México* (*Bol. Soc. Quím. Méx.*) es una publicación cuatrimestral de la *Sociedad Química de México* que tiene como objetivo difundir temas de interés general sobre química con el fin de lograr mayor comunicación e integración entre los profesionales y estudiantes de esta ciencia. Se publicarán preferentemente contribuciones referentes a comunicaciones breves de investigación, informes sobre metodología teórica y experimental, artículos de revisión, artículos de divulgación, así como de investigaciones históricas, sociológicas y filosóficas sobre temas de la química, y son aceptables biografías, reseñas históricas, semblanzas, obituarios, comentarios de actualidad, reseñas de libros y artículos, entre otros temas. Los artículos de investigación original y las revisiones críticas, pueden enviarse al *J. Mex. Chem. Soc.*, y los referentes a docencia y procesos de enseñanza aprendizaje, pueden someterse a *Educación Química*. Las instrucciones para los autores pueden encontrarse en la versión impresa de la revista, o pueden consultarse en www.sqm.org.mx.

EDITORES

Guillermo Delgado Lamas (UNAM); delgado@servidor.unam.mx
Andoni Garritz Ruiz (UNAM); andoni@servidor.unam.mx
Jesús Valdés Martínez (UNAM); jvaldes@servidor.unam.mx
Julia Verde Star (UANL); jverde@prodigy.net.mx

ASISTENCIA EDITORIAL

Rosa Jaime Cerón; r.jaime@prodigy.net.mx
Lidia Hernández García; lidia.hernandez@prodigy.net.mx

EDITOR TÉCNICO

Arturo Sánchez y Gándara; sygeditorespress@gmail.com

COMITÉ EDITORIAL

Bernardo Frontana Uribe (UNAM); bafrontu@servidor.unam.mx
Carolina Godoy Alcántar (UAEMor); cga@uaem.mx
Jorge Ibáñez Cornejo (U Iberomericana); jorge.ibanez@uia.mx
Miguel Ángel Méndez Rojas (U de las Américas); miguela.mendez@udlap.mx
Olga Margarita Padilla Bernal (UA Zacatecas); margapadilla@yahoo.com.mx
Kira Padilla Martínez (UNAM); kira@informatica.fquim.unam.mx
Aarón Pérez Benítez (BUAPuebla); aronper@siu.buap.mx
Catalina María Pérez Berumen (Universidad Autónoma de Coahuila); catalina@usquim.uadec.mx
Leticia Lomas Romero (Universidad Autónoma Metropolitana); llr@xanum.uam.mx
Ignacio Rivero Espejel (Instituto Tecnológico de Tijuana); irivero@tectijuana.mx

ISSN 1870-1809
ISSN on line 1665-9686

Boletín de la Sociedad Química de México (*Bol. Soc. Quím. Méx.*), publicación cuatrimestral.
Editores responsables: Guillermo Delgado Lamas, Andoni Garritz Ruiz, Jesús Valdés Martínez, Julia Verde Star

Certificado de Reserva número 04-2006-080909281200-106 otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.
Certificado de Licitud de Título (en trámite). Certificado de Licitud de Contenido (en trámite).

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

Editada y distribuida 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. Teléfono/Fax: 5662-6823 y 5662-6837. www.sqm.org.mx

Impreso en S y G editores, Cuapinol 52, Pedregal de Santo Domingo, Coyoacán,
04369 México, D.F. Tel. 5617-5610. sygeditorespress@gmail.com

Lineamientos editoriales

El *Boletín de la Sociedad Química de México* (*Bol. Soc. Quím. Méx.*) es una publicación cuatrimestral de la *Sociedad Química de México* que tiene como objetivo difundir temas de interés general sobre la química con el fin de lograr mayor comunicación e integración entre los profesionales, los profesores y los estudiantes de esta ciencia. Se publicarán en esta revista preferentemente contribuciones referentes a:

a) Comunicaciones breves de investigación sobre todas las áreas de la química en su más amplio contexto, donde se informarán sucintamente los hallazgos referentes a investigaciones y estudios teóricos y/o experimentales concluidos.
b) Metodología teórica y experimental. Son contribuciones referentes a la mejora de procedimientos teóricos, computacionales o prácticos que pueden incluir técnicas, montaje y diseño de equipo e instrumentos que hayan sido desarrollados por el autor.
c) Informes técnicos generados por estudios específicos que apliquen técnicas y procedimientos reconocidos para tal fin.
d) Artículos de revisión sobre un tema de actualidad. Estarán dirigidos principalmente a los estudiantes de posgrado, a los profesores y a los profesionales no especialistas en el tema. Es de esperarse que los autores tengan publicaciones sobre el tema de la revisión.
e) Artículos originales de divulgación de la química, así como de investigaciones históricas, sociológicas y filosóficas sobre temas de la química en México y en el mundo.
f) Temas generales. Son aceptables biografías, reseñas históricas, semblanzas, obituarios, comentarios de actualidad, reseñas de libros y de artículos.

Se recomienda que, con la excepción de los trabajos de revisión del inciso (d), las contribuciones se limiten a alrededor de diez cuartillas escritas a doble espacio con un tipo de 12 puntos.

Se espera que los artículos de investigación y las revisiones críticas sean enviados al *Journal of the Mexican Chemical Society* (*Revista de la Sociedad Química de México* de 1957 a 2004; www.jmcs.org.mx), mientras que los artículos referentes a docencia y procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias químicas, sean sometidos a la revista *Educación Química*. (www.fquim.unam.mx/sitio/edquim/index.html).

Las contribuciones sometidas al *Bol. Soc. Quím. Méx.* serán enviadas a evaluadores quienes recomendarán a los editores sobre la aceptación del escrito; éstas son sometidas bajo la premisa de que no han sido publicadas o enviadas a otra revista, y los autores aceptan la completa responsabilidad de la exactitud, contenido y selección de los datos presentados. Serán publicables contribuciones en español e inglés. Los nombres de los evaluadores no se dan a conocer y sus comentarios se envían a los autores. Los editores, evaluadores y autores llevan a cabo sus funciones conforme a los lineamientos éticos generalmente aceptados en los procedimientos de integración de las publicaciones científicas. Los derechos de reproducción en papel y electrónica de los artículos aceptados para publicación en el *Bol. Soc. Quím. Méx.* serán asignados a la *Sociedad Química de México*.

Preparación de los Manuscritos

Los autores podrán enviar sus contribuciones en forma electrónica en archivos MS Word y PDF a editorbsqm@prodigy.net.mx con copia a lidia.hernandez@prodigy.net.mx, anexando una carta de presentación donde se sugieran los nombres y correos electrónicos de tres evaluadores. Los autores recibirán un acuse a lo más después de cuatro días hábiles, de lo contrario podrán contactar directamente a los editores. Las fotos, esquemas, dibujos, fórmulas y gráficas deberán ser capturados en al menos 600 dpi de resolución. Es recomendable que el autor envíe el material gráfico en el tamaño apropiado para su reproducción final, considerando que aparecerá en una o dos columnas en la versión final impresa. La página 1 del artículo contendrá el título del trabajo (breve e informativo), los nombres y primeros apellidos de los autores, indicando con un asterisco a quien se dirigirá la correspondencia, las instituciones de adscripción, indicando con un número en supraíndice las diferentes instituciones, y el teléfono, fax y la dirección electrónica del autor a quien se dirigirá la correspondencia. La página 2 contendrá el resumen (en inglés y en español) de la contribución y de cuatro a seis palabras clave (en inglés y en español).

La organización sugerida, en caso de tratarse de un trabajo de investigación, es: *Introducción, Resultados y Discusión, Parte Experimental, Agradecimientos* y *Referencias*, y es deseable que se presente con la mayor claridad y precisión posibles. Para la presentación de los datos físicos y espectroscópicos de las substancias, se empleará el siguiente formato:

(3*S*)-7-Hidroxi-2',3',4',5',8-pentametoxyisoflavano (1). Polvo amorfo: mp 125-126ºC; $[\alpha]_D$ + 3.12 (*c* 0.320, MeOH); UV (MeOH) λ_{max} (log ε) 218 (3.91); 284 (2.89) nm; DC (*c* 0.0136, MeOH): $[\theta]_{210}$ -2.699, $[\theta]_{226}$ 0.4130, $[\theta]_{256}$ -0.8567, $[\theta]_{265.5}$ -0.6865; IR ($CHCl_3$) ν_{max} 3530, 2939, 2840, 1603, 1494, 1193, 1040 cm^{-1}; RMN ^1H ($CDCl_3$, 500 MHz) δ 6.72 (1H, dd, $J_{5,6}$ = 8.5, $J_{4\alpha,5}$ = 1.0 Hz, H-5), 6.53 (1H, dd, $J_{5,6}$ = 8.5 Hz, H-6), 6.40 (1H, s, H-6'), 5.80 (1H, brs, O*H*), 4.39 (1H, ddd, $J_{2\beta,2\alpha}$ = 10.5, $J_{2\beta,3\beta}$ = 3.5, $J_{2\beta,4\beta}$ = 1.0 Hz, H-2β), 4.05 (1H, dd, $J_{2\beta,2\alpha}$ = $J_{2\alpha,3\beta}$ 10.5 Hz, H-2α), 3.95 (3H, s, CH_3O-C-3'), 3.92 (3H, s, CH_3O-C-8), 3.89 (3H, s, CH_3O-C-4'), 3.83 (3H, s, CH_3O-C-2'), 3.79 (3H, s, CH_3O-C-5'), 3.61 (1H, dddd, *J* = 10.5, 3.5, 5.5, 10.5 Hz, H-3), 2.96 (1H, ddd, $J_{4\alpha,4\beta}$ = 16.0, $J_{4\alpha,3\beta}$ = 10.5, $J_{4\beta,5}$ = 1.0 Hz, H-4a), 2.90 (1H, ddd, *J* = 16.0, $J_{3\beta,4\beta}$ = 5.5, $J_{2\beta,4\beta}$ = 1.0 Hz, H-4b); RMN ^{13}C ($CDCl_3$, 125 MHz, asignaciones por APT y HMQC) d 149.67 (C-5'), 147.60 (C-7), 147.15 (C-3'), 147.12 (C-8a), 145.50 (C-2'), 141.95 (C-4'), 134.80 (C-8), 128.90 (C-1'), 124.20 (C-5), 115.00 (C-4a), 107.10 (C-6), 70.28 (C-2), 61.89 (OCH_3-C-4'), 61.51 (OCH_3-C-2'), 61.00 (OCH_3-C-3'), 60.90 (OCH_3-C-8), 56.25 (OCH_3-C-5'), 31.84 (C-3), 31.32 (C-4); EMIE *m/z* (int. rel.): 376 $[M]^+$ (73), 224 (100), 209 (42), 152 (16), 151 (38), 121 (14). *Anal.* C 63.65%, H 6.68%, calcd: $C_{20}H_{24}O_7$, C 63.82%, H 6.43%.;

Las llamadas a las referencias bibliográficas se harán con números entre paréntesis rectangulares y es deseable que no se incluya bibliografía de difícil acceso, tales como reportes técnicos, memorias de eventos, tesis y resultados aún no publicados. La bibliografía deberá presentarse en el siguiente formato.

1. Kingsbury, J. S.; Corey, E. J. *J. Am. Chem. Soc.* **2005**, *127*, 13813.
2. Vanden Berghe, D. A.; Vlietinck, A. J., in: *Methods in Plant Biochemistry,* Vol. 6, Hostettmann, K., Ed., Academic Press, London, **1991**, 47-70.
3. Lehn, J.-M. *Supramolecular Chemistry*. VCH, Ed. Weinheim, **1995**.
4. Kadin, S.B. *US patent* 4,730,004 **1988**. (*CA 110, P23729y*)
5. *J. Mex. Chem. Soc.*, in the URL http://www.jmcs.org.mx, accessed in January, **2007**.
6. Sheldrick, G.M. *SHELXL-93. Program for Crystal Structure Refinement*. University of Göttingen, Germany. 1993.

Se adoptarán la nomenclatura, las abreviaturas y los términos técnicos usados por *Chemical Abstracts*, y las figuras, tablas, esquemas y gráficas deberán numerarse y presentarse con la leyenda correspondiente. Los autores cuyos artículos sean aceptados recibirán electrónicamente la versión PDF de su contribución para su revisión, la cual deberá regresarse a la brevedad posible para su impresión. En caso de errores, pueden publicarse la fe de erratas correspondiente a petición escrita del autor a los editores.

El autor cubrirá a la *Sociedad Química de México* el costo por página de la edición técnica y de la impresión (aproximadamente $ 200.00 MN por página). El autor puede solicitar la exención de pago mediante una solicitud argumentada. La *Sociedad Química de México* es una asociación sin fines de lucro para promover el desarrollo de la química.