

## Estado actual de la investigación y la enseñanza de la Química

Rosalinda Contreras Theurel,<sup>a</sup> Andoni Garriz Ruiz,<sup>b</sup> Alberto Rojas Hernández<sup>c</sup> y Miguel Costas.<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Química, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN.

<sup>b</sup>Departamento de Física y Química Teórica, Facultad de Química, UNAM.

<sup>c</sup>Departamento de Química, UAM-Iztapalapa.

<sup>d</sup>Coordinador del grupo y de la Sección de Química de la AMC. Departamento de Fisicoquímica, Facultad de Química, UNAM.

Este trabajo presenta un diagnóstico breve y de naturaleza cualitativa del estado actual de la investigación y la enseñanza de la química en el país. Utilizaremos el término “área química” para referirnos no sólo a la “química pura” sino también a todas aquellas áreas del conocimiento estrechamente ligadas a ella (química de alimentos, química de materiales, química farmacéutica, ingeniería química, etc). Sus conclusiones descansan en diversos estudios de carácter cuantitativo (véase la bibliografía) y, necesariamente, en la visión personal de sus autores. Sus objetivos principales son contribuir a valorar el estado actual de la química en el país y por esa vía, cooperar a la generación de soluciones a sus problemas y a la proposición de estrategias para su desarrollo en el siglo XXI.

### Consideraciones generales

El semillero natural de investigadores, y por tanto del desarrollo de la ciencia en cualquier área del conocimiento, son los egresados de las licenciaturas. En el área de la química, existe una gran diversidad de carreras que se ofrecen en el país. La lista es larga (Topete, 1991) e incluye carreras tales como químico, ingeniero químico, ingeniero químico metalurgista, químico farmacéutico biólogo, químico biólogo parasitólogo, farmacéutico, químico de alimentos, químico clínico, químico industrial, y otras muchas variantes. En la gran mayoría de los casos, en estas carreras la enseñanza de la química se ha concebido como una actividad técnica modulada por la existencia de una industria química cuya tecnología es fuertemente dependiente del exterior. Puede asegurarse que en la mayoría de las carreras del área química del país, los futuros profesionales de la química no reciben una formación clara y marcadamente científica (Ruiz Azuara *et al*, 1986). Conviene detenerse un momento en describir brevemente algunas de las posibles raíces de esta situación problemática.

En primer lugar, hay razones pertinentes al desarrollo histórico de la ciencia, en general. A diferencia de la física, antes de que el conocimiento científico se estableciera entre la comunidad de químicos, la química se desarrolló a través de tecnología empírica. Por mucho tiempo, los fenómenos químicos se emplearon

con fines prácticos sin que fuera necesaria su comprensión científica. De manera gradual, la praxis de la ciencia cambió esta situación. Su efecto sobre las tecnologías químicas ha aumentado hasta el grado de que, actualmente, es difícil concebir un proceso químico que no esté sustentado en una amplia base de conocimientos producto de la investigación científica. Al compararse con otras ciencias, en la química, la investigación científica irrumpió tardíamente. En nuestro país, esta manera de proceder es aún muy incipiente.

En segundo lugar, hay razones pertinentes al desarrollo industrial del país. Las políticas estatales de desarrollo favorecieron por muchos años la transferencia desde el exterior de tecnologías químicas. Estas transferencias ocurrieron sin asimilación tecnológica porque las industrias tuvieron, y siguen teniendo, una actitud reticente hacia la investigación (Juaristi *et al*, 2001). Además, los profesionales de la química que se encuentran en las industrias no son capaces de asimilar la tecnología porque la mayoría no recibieron una formación científico–tecnológica adecuada en sus estudios de licenciatura. En la actualidad, con otras modalidades políticas y económicas, esta transferencia de tecnologías químicas (desprovistas de asimilación) sigue siendo el falso pilar de buena parte de la industria química. La dependencia tecnológica de la industria química establecida en el país ha conducido a que la química haya proliferado en nuestro medio como un quehacer técnico al servicio de la operación, el mantenimiento, la administración y la venta de productos de las grandes empresas que operan aquí.

Los recursos naturales renovables y no renovables constituyen una fuente de riqueza cuya explotación y aprovechamiento están estrechamente ligados al desarrollo tecnológico basado en la química moderna. Durante el siglo XX, las políticas estatales no impulsaron una industria química capaz de aprovechar cabalmente todos esos recursos. El ejemplo más contundente es el de la industria petrolera, de las más importantes de Latinoamérica, en donde la petroquímica básica y secundaria ha tenido un desarrollo muy pobre, lento y casi totalmente dependiente de tecnologías extranjeras. Somos un país que exporta grandes cantidades de petróleo e importa una enorme cantidad de productos químicos terminados, derivados del uso eficiente de ese petróleo, con un valor agregado altísimo. El análisis puede extenderse a una amplia lista de recursos minerales que no son aprovechados para elaborar productos con alto valor agregado y que son exportados directamente sin ninguna transformación.

En tercer lugar, desde la perspectiva educativa, las primeras carreras de la química en el país tuvieron una clara orientación técnica (químicos industriales, perito en industrias, práctico en industrias, *etc*). Esta concepción, como se dijo ya, todavía perdura en muchos de los planes de estudio actuales, lo que se refleja en temarios que están rezagados varias décadas. Dicha concepción respondió, y responde aún, a las demandas del mercado interno tecnológicamente dependiente. Esta situación se presenta en muchos de los muy diversos posgrados en el área química, maestrías y especializaciones “profesionalizantes” en las que, de nuevo, se privilegian las destrezas técnicas sobre la formación

científica. Sólo algunas de las licenciaturas, y ciertamente todos los programas de doctorado existentes, responden a criterios científicos.

En cuarto lugar, también desde la perspectiva educativa, pero ahora de la educación básica, aunque recientemente han cambiado positivamente los programas de la enseñanza secundaria, dando paso nuevamente a la enseñanza formal de la química en segundo y tercer grados (Garritz y Talanquer, 1999), el número insuficiente de egresados de la carrera de química hace que no tengamos el número suficiente de profesores de calidad en el nivel básico y medio superior. Juaristi *et al* (1995) ya apuntaron hacia este problema, haciendo ver lo inconveniente que resulta contar con una planta de profesores que desconoce su asignatura y el quehacer científico, al igual que las nuevas estrategias de aprendizaje y su evaluación.

Una de las consecuencias de la ausencia de una formación verdaderamente científica en muchas de las carreras del área química, es que el número de doctores en el país es muy bajo. No importa cómo se mida, sea como número de doctores por cada diez mil habitantes, sea como el porcentaje de egresados de las licenciaturas que, después de un posgrado, realiza tareas netamente científicas, el número de científicos activos en el área de la química es dramáticamente bajo (Barba y Contreras, 2000). Por ello, sin importar que la investigación que se realiza en las instituciones académicas es en muchos casos de calidad y de frontera, puede afirmarse que el desarrollo de la investigación química en el país es muy pobre, sobre todo en el sector industrial. A diferencia de lo que ocurre en otras áreas de las ciencias exactas, como la física y las matemáticas, donde al reducido número de doctores le corresponde un pequeño número de instituciones donde éstos investigan, en el área de la química existe una marcada asimetría: hay muy pocos doctores, pero en las universidades públicas de todos los estados del país hay al menos una carrera del área química y en muchas de ellas hay posgrados. Además, existen centros de investigación especializados (electroquímica, polímeros, materiales, *etc*), algunos laboratorios gubernamentales y unos pocos privados. La mayoría de los doctores en el área están concentrados en un puñado de instituciones donde cuentan con una razonablemente amplia y moderna infraestructura, sólo gracias a un continuo esfuerzo de los académicos para convencer a los directivos de las instituciones y al sector gubernamental de que la investigación es imprescindible para el desarrollo del país.

## **Licenciaturas**

Existe un número considerable de carreras en el área química, distribuidas en muchas instituciones educativas públicas en todo el país (Barba y Contreras, 2000). Algunas pocas instituciones privadas ofrecen licenciaturas en áreas específicas de la química. Al responder esencialmente a criterios de costo/beneficio, y dado que la enseñanza y la investigación en química son muy costosas, las instituciones privadas no están interesadas en crear licenciaturas y posgrados, y mucho menos en hacer investigación. Al prácticamente no haberse

creado nuevas instituciones educativas públicas en el país, en los últimos veinticinco años, el crecimiento en el número de licenciaturas en el área química es nulo. De hecho, se han reducido el número de licenciaturas en química, dándoles otro nombre y orientación.

La situación de las licenciaturas, y en consecuencia de los posgrados y la investigación en el área de la química tiene una de sus raíces en la deficiente enseñanza de las ciencias exactas y naturales en los niveles preuniversitarios (primaria, secundaria y bachillerato). Recientemente se han hecho cambios importantes a nivel primaria (nuevos libros de texto gratuito en el área de Ciencias Naturales) y a nivel secundaria y bachillerato (modificación de planes y programas, en 1993 en secundaria y más recientemente en contados bachilleratos). El bachillerato presenta un problema adicional: un porcentaje bajo del profesorado de química en este nivel ha estudiado alguna carrera del área de la química. En su momento, estos cambios en primaria y bachillerato deberán ser cuidadosamente evaluados. En el caso de secundaria, habiendo transcurrido prácticamente diez años desde su modificación, es urgente evaluar los nuevos programas.

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte establece que a solicitud de las instituciones educativas los programas de estudio de las licenciaturas pueden ser acreditados, y los profesionistas egresados de ellas pueden someterse a una certificación. Estos procesos requieren de instrumentos específicos de evaluación que, en el área de la química, tienen diversos grados de avance. A pesar del importante impacto que la acreditación y la certificación puede tener sobre las instituciones educativas y de que desde 1990 existen los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), muchas instituciones no parecen haber iniciado procesos internos de discusión de este tema y, en su caso, de ajuste o modificación de sus programas de estudio. Por otra parte, en el caso de la mayoría de las carreras del área de la química y de sus egresados, todavía no existen instrumentos de acreditación de programas y de certificación de profesionales. Recientemente se fundó el Consejo Nacional para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES), que ya ha reconocido a siete instituciones para realizar el proceso de acreditación. El recién creado Consejo Nacional de la Enseñanza y del Ejercicio Profesional de las Ciencias Químicas (CONAEEPCQ) buscará ser reconocido por el COPAES como institución capaz de acreditar planes de estudio relacionados con las Ciencias Químicas. También recientemente se formó en el Centro Nacional para la Evaluación de la Educación Superior (CENEVAL) el Consejo Técnico para ofrecer el Examen General para el Egreso de las Licenciaturas de Química (EGEL-Q), que ofrecerá la certificación para esas licenciaturas. Es interesante señalar que, hasta donde sabemos, no ha habido intentos de acercamiento entre CONAEEPCQ y CENEVAL para intentar armonizar ambos instrumentos desde su origen, lo que parecería deseable. Además, las políticas generales, las instancias responsables y los procedimientos que deben seguirse para llegar a tener una acreditación o certificación nacional son prácticamente desconocidos aún para los académicos y los egresados.

La dependencia tecnológica del país en el área química solo podrá ser modificada a largo plazo. La realidad actual reclama la formación de profesionales de la química que sean capaces de ejercer su profesión en este medio, tecnológicamente dependiente. Por ello, las instituciones de educación superior no deben sólo dirigir sus esfuerzos a crear científicos. Deben también satisfacer esa demanda real pero, al mismo tiempo, intentar no reproducir y perpetuar esa dependencia tecnológica. La vía para ello es generar profesionales que tengan una buena formación científica, que sean críticos de la realidad del área química en el país, que sean agentes de cambio, que tengan las destrezas prácticas y las habilidades intelectuales para poder modificar esa realidad en su entorno profesional. Profesionales capaces de entender la tecnología que usan, de adecuarla, de modificarla, de crear nueva. Esto sólo será posible modificando los planes de estudio de las licenciaturas, pero ¿cuál es el perfil que deben tener las nuevas licenciaturas del área de la química, qué características deben tener los planes de estudios y las estrategias de enseñanza para, al mismo tiempo, dar una sólida formación científica, proporcionar las destrezas y habilidades que el mercado actual demanda y cumplir, en su caso, con las exigencias que la acreditación de planes y la certificación de egresados establece? Esta pregunta sigue abierta para ser respondida por las instituciones de educación superior.

## **Posgrado**

Muchas instituciones públicas ofrecen programas de posgrado (Garriz *et al*, 1987; Manjarrez *et al*, 1989). Un número elevado de estos programas son maestrías y se caracterizan por ser “profesionalizantes”, más dirigidos a especializar en determinadas técnicas o a actualizar conocimientos que a acercar a los estudiantes de este nivel a la investigación y el quehacer científico. Hay pocos programas de doctorado, siendo la mayoría de ellos de buena calidad. Como es de esperarse, estos doctorados se encuentran en aquellas instituciones en donde se concentra la mayoría de los doctores en química del país y donde la infraestructura es de mayor calidad. Se ofrece el grado de doctor en los siguientes estados de la república: Baja California Norte, Coahuila, D.F., Guanajuato, Jalisco, Morelos, Nuevo León, Puebla. En los últimos años, se han creado algunos posgrados nuevos y otros ya existentes se han modificado. El crecimiento en el número de posgrados en química es muy bajo, y desafortunadamente tienen problemas para operar porque no ha habido un decidido compromiso del sector gubernamental para establecer mecanismos que les permitan hacerlo en condiciones óptimas.

Las metas y políticas de la Ley de Ciencia y Tecnología recientemente aprobada se establecen en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006 (PECyT, 2002). En este documento se describen los planes de desarrollo para la ciencia en México. Para el caso del área química, estos planes están distribuidos en varios sectores (Salud, Energía, *etc*). El PECyT establece una serie de indicadores de la ciencia (número de graduados de doctorado, de plazas disponibles, *etc*) dando ambiciosas expectativas para el año 2006. Es difícil creer

que algunas de esas metas sean alcanzables, dadas las condiciones actuales de desarrollo de la ciencia en general y de la química en particular.

### **Matrícula**

La población tiene una imagen negativa de la química y de los profesionales y científicos que la practican. La idea de que la química es monótona, incomprensible y causante de todos los males artificiales que nos agobian, ha producido un rechazo casi generalizado hacia ella. La sociedad mexicana sufre de quimifobia. Parte de este rechazo es atribuible a la existencia de algunas industrias con tecnologías primitivas y contaminantes. En estas circunstancias, la química no escapa al fenómeno general que se observa en otras ciencias exactas y naturales en el país y en otros países: los jóvenes han dejado de considerar las licenciaturas en estas áreas del conocimiento como algo atractivo. A pesar de que el número de jóvenes que egresan del bachillerato aumenta año con año, la matrícula en varias de las licenciaturas del área química disminuye paulatinamente o, en el mejor de los casos, se mantiene constante. Hay excepciones, es decir, hay algunas licenciaturas donde en los últimos años se ha observado un aumento en la demanda y por tanto en la matrícula. Es el caso de carreras tales como químico en alimentos, químico industrial y químico farmacéutico biólogo. Sin embargo, se observa una tasa de desempleo y subempleo importante, así como muy bajos salarios, lo que hace que socialmente la química no sea una profesión atractiva.

La matrícula en el posgrado es baja en general, salvo en algunas maestrías profesionalizantes. A pesar de haber aumentado un poco durante los últimos años, la matrícula en los programas de doctorado sigue siendo alarmantemente baja. No parece factible mantener ese aumento si no se toman acciones inmediatas para ofrecer buenas perspectivas de trabajo a sus egresados. La escasa oferta, limitada por el reducido número de programas de doctorado y de doctores en química que pueden fungir como directores de tesis, no se ve rebasada por una demanda aún paupérrima. Un problema adicional es que una porción importante de los aspirantes a los estudios de posgrado no logran aprobar los exámenes de ingreso, por su deficiente preparación previa.

### **Profesorado**

Debido al prácticamente nulo crecimiento en el número de instituciones educativas públicas en el país y, por lo tanto de licenciaturas en el área química, las instituciones ya establecidas y maduras vieron crecer su planta de profesores, algunas en el caso del personal de tiempo completo. Aunque en muchos casos estas nuevas contrataciones recayeron en jóvenes con grado de doctor y con posdoctorado, al parecer algunas instituciones saturaron sus plazas desde hace varios años y otras están cerca de alcanzar su saturación. La situación en las universidades y centros estatales públicos es distinta, ya que en ellas existen plazas vacantes para profesores con grado de doctor.

Hay dos características de muchos profesores de las licenciaturas en el área química que producen una paulatina disminución o, en el mejor de los casos, un estancamiento de los niveles académicos: (a) el grupo más numeroso de profesores en la licenciatura enseña sólo un tipo de curso, a menudo una sola asignatura, la cual frecuentemente es su única relación laboral con la institución; la enseñanza de la química por estos profesores está influenciada por la dependencia tecnológica que viven día a día en su ejercicio profesional, y (b) la gran mayoría de profesores, incluyendo muchos de tiempo completo o dedicación exclusiva, no ha cursado ningún posgrado. En las licenciaturas, con frecuencia, la improvisación es la vía a la docencia. En términos generales, la preparación del profesorado es deficiente, tanto en el dominio de su campo de enseñanza como en los aspectos pedagógicos de la actividad docente.

### **Infraestructura**

En el área de la química, la infraestructura necesaria para el adecuado desarrollo de las licenciaturas, los posgrados y la investigación es sofisticada y costosa. Requiere de fuertes inversiones y tiene altos costos de mantenimiento y actualización. El presupuesto que reciben las instituciones educativas públicas de los gobiernos federal o estatal es claramente insuficiente. En el caso de las licenciaturas, la infraestructura para la docencia (laboratorios, equipos de medición, sustancias, etc.) no ha crecido significativamente en los últimos años, es pobre y vieja en muchos casos, y en otros prácticamente inexistente. En algunas ocasiones, los estudiantes egresan de la licenciatura como profesionales de alguna área de la química habiendo pasado sólo un tiempo mínimo de su preparación en laboratorios. Siendo la química una ciencia con un alto carácter experimental, esta situación no puede más que calificarse de dramática. En el caso de los posgrados y la investigación, la infraestructura disponible ha crecido y se ha modernizado parcialmente en aquellas instituciones donde se concentran la mayoría de los doctores del área (en el D.F., UNAM, UAM, IPN, CINVESTAV, y en los estados de Morelos, Puebla, Nuevo León, Jalisco y Guanajuato).

### **Vinculación del sector educativo con los sectores productivos gubernamental y privado**

Hace sólo veinte años, no existía el número necesario de investigadores, ni se cultivaban todas las áreas que se requerían para construir una infraestructura científica sólida y de apoyo a la industria. Hoy, todavía hay áreas que no se cultivan en México. La industria, a su vez, no se había visto ante la necesidad de contar con el nivel científico-tecnológico y con el personal adecuado para mejorar sus procesos, o para asimilar las innovaciones tecnológicas, o para generar tecnologías propias. Esta falta de comunicación y de colaboración entre la industria química y los investigadores es un reflejo del subdesarrollo industrial y científico del país. En la actualidad, la evidente desvinculación de hace veinte años entre la industria y la ciencia en el área de la química es menor, sus actores y protagonistas han intentado acercarse, pero aún están lejos los unos de los otros, aún hablan lenguajes distintos y responden a distintos intereses. Ello se

debe a que en las industrias y en las instituciones de educación superior se carece de los interlocutores adecuados y no se tiene conciencia exacta del papel que los académicos y los industriales deben jugar dentro de la vinculación (Sociedad Química de México, 2001).

### **Cohesión gremial**

En el país, existen distintas asociaciones, sociedades, cámaras, consejos, academias, y otras que agrupan a los profesionales y científicos del área de la química (farmacia, ingeniería química, química, metalurgia, etc). Muchas de ellas tienen un carácter político-gremial (como el Colegio Nacional de Ingenieros Químicos y Químicos, CONIQQ). Otras tienen un carácter académico-profesional, como la Sociedad Química de México (SQM), donde se agrupan muchos de los científicos del área. Como resultado de las deficiencias de organización de la SQM y la desvinculación del gremio todavía no resuelta por el CONIQQ, en los últimos años se han formado decenas de pequeñas asociaciones de carácter académico, creadas alrededor de un tema o subtema del área, cuyo loable propósito central es la realización de un congreso o reunión anual. Los científicos en el área de la química no tienen un foro donde interaccionar académicamente y discutir conjuntamente los problemas que afectan su quehacer. La comunidad de científicos del área química sufre de desvinculación gremial aguda. Tampoco sienten que haya un colegio, asociación o academia con verdadera influencia que los represente adecuadamente para provocar el impacto deseado en la sociedad.

### **Algunas propuestas**

Presentamos algunas propuestas puntuales tendientes a resolver en el largo plazo la problemática del área química en el país.

- Proponer a las universidades públicas y privadas y a las industrias del país, la formación de centros regionales de investigación química.
- Modernizar los programas de las licenciaturas.
- Vincular a los egresados de los doctorados con las instituciones que los necesitan, procurando que estas contrataciones o transferencias de científicos jóvenes se realicen en grupos.
- Proponer a las universidades públicas y privadas del país, la formación de centros regionales sobre investigación educativa de las ciencias, para atacar los problemas de la enseñanza básica, media superior y superior. Resulta imprescindible montar grupos enteros de investigación educativa en el país, dedicados a detectar y proponer soluciones a los problemas relativos a la enseñanza de las ciencias, entre otros, a reconocer las concepciones alternativas de los estudiantes, a identificar sus estilos de aprendizaje, a proponer alternativas de enfoque adecuado para la enseñanza y para la

resolución de problemas, a explorar propuestas innovadoras para la evaluación del aprendizaje y a proponer las mejores vías de actualización y organización académica del profesorado.

- Mejorar y ampliar los programas dirigidos a sensibilizar a los niños, los jóvenes y la sociedad en general acerca de la importancia y belleza de la ciencia, la química en lo particular, así como de la adquisición del conocimiento en general, sea en ciencias exactas y naturales o en las humanidades.
- Formular al sector industrial y gubernamental, la necesidad de mitigar la dependencia tecnológica del país por la vía de crear los departamentos de investigación y desarrollo en las industrias en los que no existan (que son la gran mayoría), con los incentivos fiscales necesarios para que las industrias encuentren atractivo el proyecto y, paulatinamente, se convenzan de que su creación es una necesidad en un mundo globalizado y altamente competitivo.
- Sugerir a las instancias gubernamentales, a las instituciones de educación superior y a las asociaciones competentes en materia de acreditación y certificación del área de la química, la armonización y vinculación de todos los esfuerzos conducentes a la formación de profesionales con una sólida formación científica, con conocimientos y habilidades suficientes en química 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.

## **Bibliografía**

Barba Behrens, N. y R. Contreras Theurel. La química en México, en *Las Ciencias Exactas en México*, Coord. A. Menchaca, FCE y CONACULTA, (2000), 144-177.

Garriz, A., J.M. Aceves, A. Alarcón, S. Capella y O. Domínguez. Infraestructura e instrumentos para la formación de posgraduados en química; *Ciencia y Desarrollo* (1987), 161-175.

Garriz, A. y V. Talanquer Advances and Obstacles to the Reform of Science Education in Secondary Schools in México; en *Science and Environment Education Views from Developing Countries*, Ed. Sylvia A. Ware, World Bank, Human Development Network, Secondary Education Series, (1999), 75-92.

Juaristi, E., Castillo Carpintero, C., Chamizo, J.A., Delgado, G., Guzmán, A., Medina, S.G., Morales Alanís, H.R., Pisanty Baruch, A., Rodríguez Hahn, L. y Rosales Hoz, M.J. Prospección de la química en México; en *Retos y perspectivas de la ciencia en México*, Fortes Besprosvani, M. y Gómez Wulschner, C., Eds., Academia de la Investigación Científica (1995) 155-169.

Juaristi, E., B. Bucay, R. Contreras Theurel, L. García-Colín Scherer, A. Garritz Ruiz, J. Giral Barnés, J.L. Mateos Gómez, M.E. Mendoza, L. E. Miramontes, J. Padilla Olivares, L. Quintero, F. Santiesteban, J. Tamariz Mascarúa, I. Wofson. Desarrollo de la química en México en el siglo XX, *Ciencia*, (2001), 84-97.

Manjarrez, A., C. Giral, S. Alvarez, R. Contreras, A. Garritz, O. Dominguez, J.L. Gázquez, L. Ruiz y H. Flores. La educación superior en química: los estudios de posgrado, *Ciencia y Desarrollo*, (1989), 17-26.

PECyT, Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006, tomado de <http://www.conacyt.mx>

Ruiz Azuara, L., A. Garritz Ruiz, A. Robledo Nieto, L. García-Colín Scherer, J. Gómez Lara, F. García Jiménez, M. Soriano García, R. Contreras Theurel, P.A. Lehmann Feitler y J.M. Aceves Hernández. Diagnóstico y análisis de la química en México; *Ciencia y Desarrollo* (1986), 66, 35-42.

Sociedad Química de México; El desarrollo de la química en México en el Siglo XX. Número especial de la *Revista de la Sociedad Química de México*, (2001), 45(3), 99-142.

Topete, C. Currícula y matrícula en las carreras de química; en *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, A. Garritz (coord.), Fac. de Química, UNAM, (1991).