

Desarrollo de la química en México en el siglo XX



Las necesidades del país y el empuje de mercado que vino con la segunda Guerra Mundial propiciaron la creación de las primeras refinerías petroleras a mediados de los años veinte.

Eusebio Juaristi (compilador), Benito Bucay F.,
Rosalinda Contreras Theurel, Leopoldo García-Colín Scherer,
Andoni Garritz Ruiz, José Giral Barnés, José Luis Mateos Gómez,
María Eugenia Mendoza, Luis E. Miramontes C.,
Javier Padilla Olivares, Leticia Quintero, Fernando Santiesteban,
Joaquín Tamariz Mascarúa, Isaac Wofson

LOS COMIENZOS

Que México era una tierra rica, extensa y con vocación minera lo descubrieron muy pronto los conquistadores españoles. Desde la época de la Colonia, la explotación del oro y la plata fue una de las actividades más importantes para la economía de la Nueva y de la vieja Españas.

Fue en la Nueva España donde Bartolomé de Medina desarrolló su “método de patio” (hoy lo llamaríamos tecnología), con el cual fue posible extraer plata aun de minerales con bajo contenido, y que fue tan efectivo que proyectó al país como el mayor

productor del mundo. Tal auge llevó en 1792 a la creación del Real Seminario de Minería, donde se impartieron cursos formales de química. El Real Seminario propició la investigación y el desarrollo de procesos industriales, y grandes científicos e investigadores como Fausto de Elhúyar y Andrés Manuel del Río formaron a numerosas generaciones de profesionistas. Fue allí también donde se constituyeron los primeros laboratorios de química analítica cualitativa y cuantitativa, apoyo esencial en la investigación.

La guerra de Independencia y la sucesión de conflictos externos e internos paralizó el desarrollo de las industrias minera y metalúrgica durante décadas, y no fue sino hasta el último tercio del siglo XIX cuando el desarrollo industrial químico (y de proceso) se reanudó. Aparecen así las primeras fábricas de cemento, jabón y acabado de telas en México y Puebla. Monterrey inicia en esa época su inagotable de-

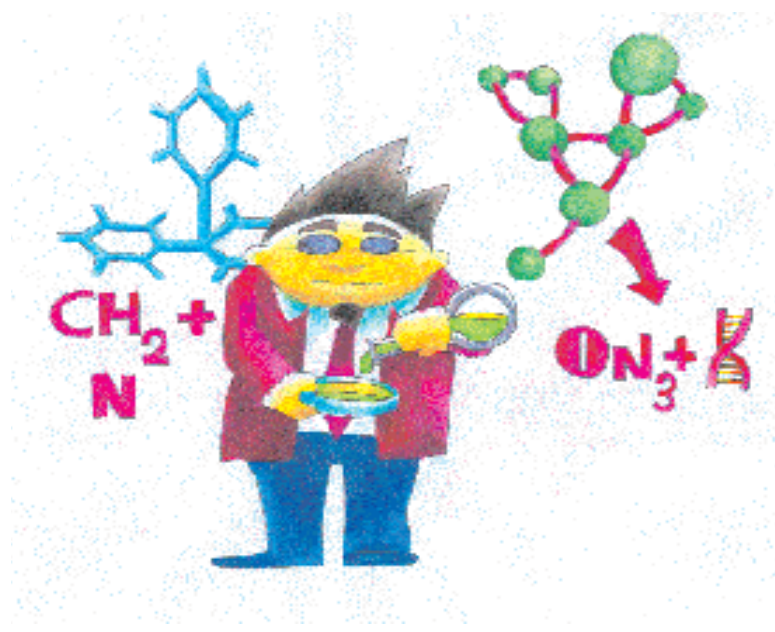
sarrollo industrial, empezando con la cervecera, de la que se derivarían prontamente los primeros adelantos nacionales en fabricación de vidrio y cartón, casi de inmediato complementadas con el primer alto horno de la Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey, así como el primer convertidor Bassemmer para producción de acero en América Latina.

LA QUÍMICA INDUSTRIAL EN MÉXICO EN EL SIGLO XX

En la última parte del siglo XIX, industrias europeas tan importantes como la de los álcalis, los explosivos y los colorantes sintéticos dieron lugar a un crecimiento vertiginoso de las empresas que después se convertirían en los titanes de la industria: Bayer, BASF, Hoechst, Imperial Chemical Industries, Dupont y Ciba-Geigy. Para entender la naturaleza de los procesos desarrollados en estas empresas se hizo patente la necesidad de hacer converger conocimientos de química, física, ingeniería mecánica y civil y otras áreas. Fue así como George Davis —profesor en el Manchester Technical College— acuñó el concepto de ingeniería química y escribió el primer texto de esta disciplina en 1901. El progreso de la química industrial no habría podido continuar sin la visión unificadora y generalizadora que le dio la ingeniería química.

En México, después de varios años de esfuerzo sin mengua ni tregua, don Juan Salvador Agraz presentó al presidente Madero, en 1913, una solicitud de apoyo a su proyecto para crear una escuela nacional con vocación por la química. Por los fragores de la Revolución, la Escuela Nacional de Química Industrial no se inauguró sino hasta el 23 de septiembre de 1916, en el pueblo de Tacuba. Ahí se iniciaron las carreras de químico industrial, perito industrial y práctico industrial, que incluían talleres de industrias específicas como teñido y estampado textil, curtiduría, aceites esenciales, hules, resinas, azúcar y alimentos, entre otros; por fin, la química tomaba carta de nacionalidad.

En 1927 se incorporó a la Escuela el doctor Estanislao Ramírez, formado en Inglaterra, Alemania y los Estados



En el pueblo de Tacuba se iniciaron las carreras de químico industrial, perito industrial y práctico industrial

Unidos, quien trajo a México la joven disciplina de la ingeniería química. La Escuela, que para ese entonces había cambiado de nombre por el de Escuela Nacional de Ciencias Químicas, albergaba las carreras de químico industrial, ingeniería química, química farmacobiológica y química metalúrgica.

Las necesidades del país y el empuje de mercado que vino con la segunda Guerra Mundial propiciaron la creación de las primeras refinerías petroleras a mediados de los años veinte. Entre 1920 y 1940 proliferaron diversas industrias de proceso ocupadas de la fabricación de jabón, papel y resinas artificiales. Como una extensión lógica de la industria jabonera, en los años treinta se inició en México la producción de glicerina y ácidos grasos. Los esfuerzos de Colgate-Palmolive, La Luz, La Corona y Química Michoacana datan de esa época.

En otra área muy diferente del quehacer químico, empezó a operar una empresa de origen alemán: Beick-Félix-Stein, para producir grenetina, ácido sulfúrico, superfosfato simple y algunos pesticidas.

Ya iniciados los años cuarenta se instaló una fábrica de fibra artificial, que fue la semilla de Celanese Mexicana, por mucho tiempo la empresa química más grande del país. También data de ese entonces la primera unidad de producción de plásticos: películas de nitrocelulosa, precursora del gran auge de los plásticos 15 años más tarde.

Pero decididamente, el elemento crucial para el desarrollo de muchas otras industrias de proceso sería la expropiación petrolera. Aunque la industria petroquímica no aparecería sino hasta veinte años después, la necesidad de mantener las refinerías operando, luego de la salida de los técnicos extranjeros, amén de la necesidad de producir ingredientes cuya disponibilidad quedó bloqueada por el boicot impuesto a México (particularmente el tetraetilo de plomo), obligó a los jóvenes egresados de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas a hacer un inaudito esfuerzo por dominar, proyectar e improvisar.

Aunque a principios del siglo XX ya existían en el país factorías de cemento, yeso, cal, ácido sulfúrico, sulfato de cobre y cromato de plomo, la industria química inorgánica propiamente dicha arrancó en 1938, cuando se incorporó la Compañía Industrial de los Reyes, la cual construyó una planta para producir carbonato sódico calcinando el tequesquite del lago de Texcoco. Este proyecto culminó en la creación de Sosa Texcoco, en 1942, gracias al esfuerzo e ingenio de Antonio Madinaveitia, recién llegado a México como parte de la inmigración republicana española.

Sosa Texcoco empezó a producir 100 toneladas diarias de álcalis en 1948, y pron-

to se convirtió en la industria del álcali más importante de América Latina, antes de cerrar 45 años después.

Al mismo tiempo que Sosa Texcoco iniciaba operaciones, otra empresa —Alkamex— producía sulfato de aluminio en Tlalnepantla. Pronto se unieron otras instalaciones que se desarrollaron a ritmo vertiginoso a partir de 1950: la primera planta de amoníaco sintético en México, construida por Guanos y Fertilizantes en Tultitlán, y ya con ella más ácido sulfúrico, sulfato de amonio y superfosfatos simples.

En el poblado de Viesca, Coahuila, se utilizó salmuera para producir sulfato de sodio, requerido por la naciente industria de los detergentes sintéticos. Esta planta —Sulfato de Viesca— fue una de las primeras diseñadas y construidas totalmente en el país, con lo que nació Bufete Industrial, la primera firma de ingeniería de proceso que hubo en México.

Simultáneamente se elevó considerablemente la producción de sulfato de cobre, que poco tiempo después sería usado por Cobre de México para producir cobre electrolítico.

Al iniciarse la década de los sesenta, se comenzaron a producir otros compuestos en nuestro país: ácido fosfórico de alto grado (Monsanto Mexicana), fosfatos de sodio (Química Hooker, más tarde Polifos), bióxido de titanio en Tampico (Dupont), óxido de magnesio (Química del Mar), cloro (Cloro de Tehuantepec), etc. La industria química inorgánica de México se creó en un lapso de escasamente 30 años (aproximadamente de 1936 a 1968). No es pequeño el logro.

LA PETROQUÍMICA Y PEMEX

La industria petroquímica nacional nace en 1956, cuando Pemex inicia la producción de dodecibenceno para su uso en detergentes. El desarrollo de la industria petroquímica pasó entonces a una fase de muy intenso desarrollo ante el alud incesante de nuevos productos derivados de esta tecnología; desde fertilizantes hasta plásticos y fibras sintéticas. A fines de 1958 se promulgó una nueva ley que reformó al artículo 27 constitucional y creó un campo petroquímico de acceso restringido a inversionistas extranjeros.

Así, Celanese Mexicana inició sus operaciones con la producción de rayón y acetato de celulosa. Union Carbide inicia la fabricación de resinas ureicas y fenólicas, y Monsanto Mexicana arrancó la producción de poliestireno, a la que después seguiría el cloruro de polivinilo. Celulosa y Derivados (más tarde Grupo Cydsa) inició la fabricación de aceta-

to de celulosa y fibras sintéticas como el nailon 6, así como fibras de poliéster y acrílicas.

Dado que la ley hacía recaer en Pemex la responsabilidad exclusiva para la producción y venta de gran número de productos como el etileno, el propileno, el benceno, el polietileno y otros, esta empresa inició un programa de expansión sin precedente: plantas de olefinas, de compuestos aromáticos, etc. No obstante, la tarea era mucho mayor que los recursos humanos y financieros de la empresa, y la producción de Pemex se fue rezagando en relación con lo que el país necesitaba, por lo que se estableció un sistema de permisos cuyo objeto era coordinar la iniciativa privada para satisfacer la obligación pública que Pemex enfrentaba.

Una consecuencia de lo anterior al superponerse a una economía muy protegida, fue que proliferaron las unidades pequeñas, antieconómicas y que carecían de sentido estratégico. No es sorprendente que al iniciarse la apertura comercial, en 1988, muy pocas pudieran sobrevivir el embate de la competencia internacional.

El régimen de permisos se inició con la producción de negro de humo por Negromex en 1961, y de hule polibutadieno y estireno-butadieno por Hules Mexicanos. Asimismo, en 1963, Celanese ya estaba produciendo en el estado de Guanajuato una gama de productos derivados del acetaldehído, como ácido y anhídrido acéticos, óxido de mesitilo, etcétera.

Pemex, por su parte, creó plantas de etileno, polietileno y cloruro de vinilo (Pajaritos, Veracruz) y el centro productor de amoniaco más grande del mundo en Cosoleacaque, y Fertilizantes del Istmo produjo nitrato de amonio, ácido nítrico y fosfato diamónico. Y Polifil (Pliana) empezó a producir fibra de polipropileno en 1974.

Al iniciarse la década de los setenta se incorporaron las primeras unidades de escala mundial que se orientaron por igual al mercado interno y al de exportación: Petrocel en Altamira (para producir tereftalato de dimetilo), Tereftalatos Mexicanos, en Coatzacoalcos, etilenglicol en Tlaxcala; fenol, acetona y ésteres acrílicos en Cosoleacaque, etc. Igualmente se notó una febril actividad en la producción de tensoactivos no iónicos, resinas epóxicas y acrílicas, hidrocarburos fluorados, derivados aromáticos y otros compuestos.

En 1981 se dio un nuevo impulso a este desarrollo, que condujo a la creación de modernas y avanzadas instalaciones en Altamira y Coatzacoalcos, aunque a medio camino sufrie-



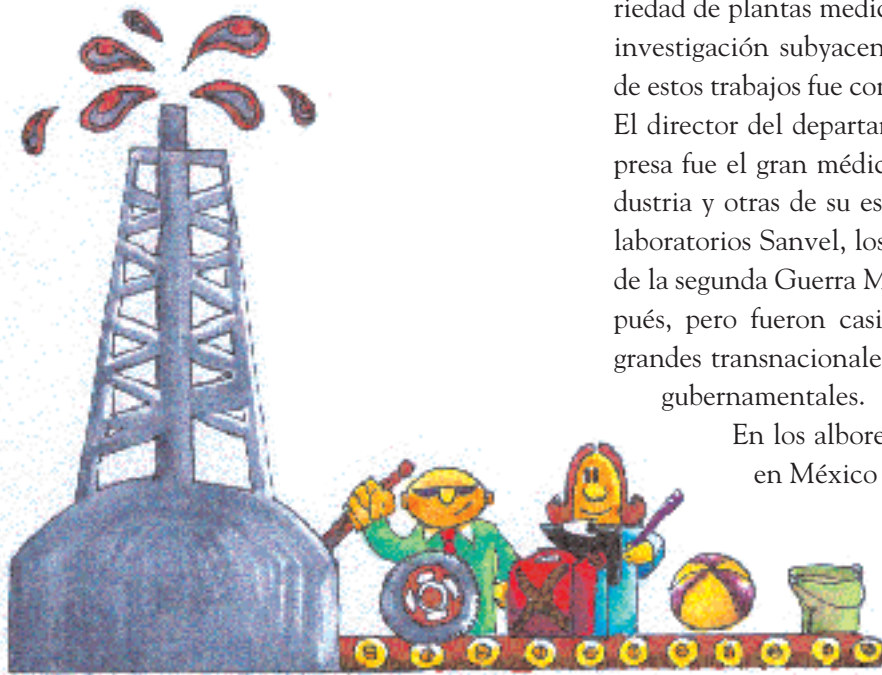
Pemex, creó plantas de etileno, polietileno y cloruro de vinilo, y el centro productor de amoniaco más grande del mundo

ron el severo efecto del colapso financiero de 1982. Lo azaroso de la época para esta industria se agravó aún más con su propia crisis global, que cubrió los años 1983 a 1987.

Afortunadamente, la moderna industria petroquímica de México está logrando superar este reto, igual que el de la apertura comercial y el de las crisis recurrentes. Con la mezcla de empresas extranjeras solas o asociadas y de grandes grupos mexicanos en el sector (como Alpek, Cydsa o Girsra), la industria petroquímica mexicana es ya, al terminar el siglo XX, mayor de edad.

QUÍMICA ORGÁNICA Y FARMACQUÍMICA

De todas las ramas de la química, ésta es por mucho la de mayor tradición y antigüedad en el país. En efecto, en 1570 Francisco Hernández, por encargo directo de Felipe II,



La fabricación de colorantes sintéticos fue impulsada por el crecimiento de la industria textil

fue comisionado para investigar las virtudes farmacológicas de la flora mexicana. Sus estudios están reportados en la obra *De historia plantarum novae hispaniae*, que fue proseguida por muchos botánicos como Von Humboldt en 1820, Juan María Rodríguez en 1869 y Manuel de Esserart en 1883, hasta llegar a 1929, cuando Roberto Terrés, en colaboración con Guillermo García-Colín, obtuvo por vez primera el principio activo del zapoatle. De éstos y otros estudios surgió el Laboratorio Químico Central, S. A., que

se dedicó a la extracción de los principios activos de gran variedad de plantas medicinales de la flora mexicana. Tanto la investigación subyacente como toda la tecnología química de estos trabajos fue completamente desarrollada en México. El director del departamento de farmacología de dicha empresa fue el gran médico mexicano Eliseo Ramírez. Esta industria y otras de su especie, un poco posteriores, como los laboratorios Sanvel, los Zapata, etc., florecieron en la época de la segunda Guerra Mundial y hasta un par de décadas después, pero fueron casi todas finalmente ahogadas por las grandes transnacionales y la miopía de nuestras autoridades gubernamentales.

En los albores del siglo XX también encontramos en México varias fábricas de extracción y refina-

ción de aceites vegetales, procesamiento de grasas animales y jabón.

Sin embargo, no fue sino hasta la década de los cuarenta cuando las restricciones impuestas por la segunda Guerra estimula-

ron la producción de ácidos grasos y de aceites hidrogenados en Monterrey (por Anderson Clayton, en esa época). Fue entonces cuando dos afortunadas coincidencias condujeron al desarrollo vertiginoso de la química orgánica en México: 1) la llegada al país de un contingente muy significativo de grandes científicos y humanistas republicanos, y 2) la identificación de los componentes esteroideos que existen en plantas nativas mexicanas y su conversión a progesterona y otros derivados de gran importancia farmacológica. Más adelante se discuten estas historias.

Mientras esto ocurría, hubo avances industriales en otros campos de la farmacoquímica: en los años 50 ya se fabricaban en México sales poco comunes como el ascorbato de quinina (Laboratorios Servet), los alcohoilsulfatiazoles (Midy) y algunas vitaminas fosforiladas. Dos empresas, Pyrina y Salicilatos de México, establecieron sendas plantas para la fabricación de ácido salicílico y aspirina (hoy producida por Química Monfel).

Las inquietudes de varios químicos formados bajo el paraguas de Syntex y el Instituto de Química, fomentaron una década después la producción de antibióticos penicilánicos semisintéticos como la ampicilina, la dicloxacilina y otros. Este esfuerzo, liderado por Fermentaciones y Síntesis (Fersinsa) en Saltillo, y Quinonas de México en Ecatepec, permitió al país convertirse en exportador neto de antibióticos

semisintéticos. Fermic inició en 1980 la producción de derivado de la penicilina y griseofulvina en la Ciudad de México.

De igual modo, a través de Fertimex, en 1976 se inició la producción de dimetionina sintética, y para 1981 la misma organización producía L-lisina en Orizaba.

En otra área de interés, la fabricación de colorantes sintéticos fue impulsada por el crecimiento de la industria textil. Bayer, Dupont, Pyosa, Química Hoechst y BASF Mexicana participaron en este desarrollo que arrancó desde 1965; en pocos años observamos producciones de ftalocianinas, antraquinonas y alizarinas.

Estas industrias, al igual que lo ocurrido con los petroquímicos, sufrieron después el embate de la apertura comercial, que condujo a la consolidación por fusiones, adquisiciones o de plano al cierre de varias instalaciones, y el siglo concluyó con menos empresas de mayor trascendencia, como Arancia, Fersinsa/Cibiosa, Química Bayer y algunas más. Lamentablemente, no podemos incluir en esta lista la industria de los esteroides.

Aunque han quedado muy atrás los años de ese febril crecimiento al que no se le veía límite, los nuevos esquemas de comercio mundial, las demandas que impone el equilibrio ecológico y la sucesión de varias crisis han dejado una industria química mexicana más consolidada, menos eufórica y por fuerza más competitiva.

CONTRIBUCIONES DEL EXILIO ESPAÑOL A LA QUÍMICA EN MÉXICO EN EL SIGLO XX

Cerca de medio millón de españoles salieron a Francia a terminar la Guerra Civil en España. México acogió a un contingente muy significativo de grandes científicos y humanistas, entre los que se encuentran los doctores José Erdos, Krum Heller, Adela Barnés, Pilar Rius y Francisco Giral. Afortunada coincidencia fue la creación ese mismo año (1939) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), que los recibió oportunamente.

Mención especial merece Francisco Giral, quien se asentó en la Escuela Nacional de Ciencias Químicas y pronto inició sus tareas de investigación y docencia, que lo ocuparían durante casi 50 años, y que formó a numerosos químicos, tanto investigadores como practicantes de la química industrial. Asimismo, Modesto Bargalló realizó importante labor en la enseñanza de la historia de la química. Profesor de física y de química en Guadalajara, España, se incorporó

al IPN y se dedicó a estudiar la historia de minas y fundiciones en México durante los siglos XVI a XIX.

También en el campo industrial hay aportaciones notorias: Antonio Sacristán fundó, con Pablo Macedo, mexicano de varias generaciones, empresas como Sosa Texcoco, por donde pasaron muchos químicos e ingenieros químicos mexicanos y españoles como Antonio Madinaveitia, Alberto Urbina, Pascual Larraza y Francisco Javier Garfias.

**Las demandas que impone
el equilibrio ecológico
y la sucesión de varias
crisis han dejado
una industria
química mexicana
más consolidada**

Químico de la Universidad de Madrid, Eligio de Mateo se dedicó con mucho éxito a la fabricación de pigmentos, colorantes y auxiliares del cemento. Igualmente, José Ignacio Bolívar combinó, como muchos otros, una activa vida universitaria de enseñanza con su labor en la industria farmacéutica.

Caso muy particular es el de Adolfo Sisto Velasco, uno de los primeros jóvenes españoles en estudiar para ingeniero químico en la Escuela Nacional de Ciencias Químicas y responsable del desarrollo de Fertimex durante varias décadas. Asimismo, Leopoldo Gutiérrez de Zubiarre desarrolló empresas agroquímicas, tanto en fertilizantes como en insecticidas.

Sin duda, este notable grupo de emigrados logró una gran victoria, dentro de la derrota de la República española: no

claudicaron, se adaptaron a otros medios y condiciones y ayudaron al país que tan noblemente les dio acogida.

LA INDUSTRIA DE ESTEROIDES EN MÉXICO Y UN DESCUBRIMIENTO QUE CAMBIARÍA EL MUNDO

Antes de la segunda Guerra Mundial, los esfuerzos por producir hormonas sexuales femeninas y masculinas habían culminado en Alemania, donde se había logrado su fabricación a partir de materias primas extraídas de animales sacrificados en los rastros. La técnica era muy complicada y excesivamente costosa: de los cerebros de los animales se

Contribuciones del exilio español: José Erdos, Krum Heller, Adela Barnés, Pilar Rius y Francisco Giral

extraía el colesterol, a partir del cual y mediante una síntesis muy compleja se fabricaban las hormonas sexuales.

Russell Marker (1902-1995), investigador de la Universidad Estatal de Pennsylvania, descubrió que en México existen plantas del género de las dioscoreas que tienen en su raíz o rizoma una sustancia llamada diosgenina. Marker, de manera genial, encontró el procedimiento para producir progesterona a partir de la diosgenina. Tal conocimiento colocó a México a la vanguardia de la industria hormonal cuando los empresarios Emeric Somlo y Federico Lahmann fundaron con Marker la compañía Syntex (de “Synthesis” “México”),

exportando a todo el mundo progesterona, ¡a US\$50.00 cada gramo!

Aunque por disputas de tipo económico Marker dejó Syntex en 1945, Jorge Rosenkranz y Carl Djerassi lograron no sólo “redescubrir” las rutas para la conversión de diosgenina en progesterona y testosterona, sino que con la participación de Luis E. Miramontes lograron preparar noretiniltestosterona, que resultó ser un agente antiovulatorio —el ingrediente activo de la primera píldora anticonceptiva—. En 1951, la revista *Fortune* dio a conocer que Syntex estaba produciendo la mayor revolución tecnológica del siglo, por sus consecuencias sobre la salud y la cultura de la humanidad.

Syntex decide apoyar fuertemente la fundación (1961) y el desarrollo del Instituto de Química en la UNAM, tanto para conducir las investigaciones que se requieren como para formar a los investigadores mismos.

Al mismo tiempo, el gobierno mexicano decidió imponer controles rigurosos a la salida de barbasco del país, tratando de impedir que otros países pudieran reproducir el indudable éxito de este sector, y por algo más de 20 años México mantuvo una posición casi monopólica de esteroides como progesterona, estradiol, testosterona y cortisona sintética. En esta época se crea también Farquinal, como una empresa del gobierno, para dar la competencia a Syntex, Upjohn y Pfizer.

Esta indudable ventaja natural se viene abajo en 1974, cuando el gobierno mexicano (aparentemente estimulado por el éxito de los países árabes que habían logrado multiplicar el precio del petróleo de un momento a otro) decide elevar en más de 10 veces el precio del barbasco, con lo que muchas empresas de todo el mundo prefieren buscar, finalmente con éxito, fuentes alternas de esteroides. Con ello, la posición privilegiada de la industria mexicana se vino abajo en el curso de escasos tres años.

LA EDUCACIÓN DE LA QUÍMICA EN MÉXICO EN EL SIGLO XX

Como se puede deducir de la lectura de la sección que describe el desarrollo de la química industrial en México, la química fue concebida con un carácter utilitario y práctico, que lamentablemente retrasó el desarrollo temprano de esta ciencia sobre bases modernas. Así pues, la explotación y aprovechamiento de la industria petrolera y de la minería en los inicios del siglo XX, así como el desarrollo de las industrias de biocidas, fertilizantes, productos alimenticios y far-

macéuticos se vio supeditado y limitado por la tecnología y por las inversiones extranjeras. La consecuencia más grave que se derivó de esta gran dependencia fue que la química creció como un quehacer técnico al servicio de la operación, el mantenimiento, la administración y la venta de productos de las grandes empresas.

Esas circunstancias provocaron un retraso inicial en el desarrollo de la química, en relación con los casos de la física y las matemáticas. Por ejemplo, muy pocas universidades ofrecieron una carrera de licenciatura en química concebida como actividad científica. No es sorprendente entonces que el número de maestros y doctores en química que desempeñaban trabajo profesional como tales en la industria química o en los centros de investigación académicos fuera muy bajo. Sin embargo, durante los recientes 60 años se han creado diversas instituciones académicas y se han establecido nuevas medidas y programas educativos que han remediado en parte dicha situación.

Aun así, hace apenas 15 años (Ruiz y cols., 1986) era evidente la necesidad de crear o reformar las carreras de química para dotarlas de una orientación fundamentalmente científica. Asimismo, era urgente formar personal docente con posgrado para propiciar el desarrollo de la investigación científica. Finalmente se consideró esencial el mejoramiento sustancial del nivel académico en todas las áreas preuniversitarias del sector educativo. A continuación se revisa en qué sentido ha cambiado la educación química desde la aparición de las propuestas mencionadas.

Secundaria y bachillerato

A partir de 1975 y hasta 1993, la enseñanza de las ciencias en las escuelas secundarias se desarrolló siguiendo un programa de ciencia integrada. Sin embargo, la falta de capacitación de los maestros para cubrir en su labor todas las ciencias, hizo difícil la aplicación del plan en el aula.

En 1993 tiene lugar el cambio de planes de estudio en la educación secundaria, y la química se ofrece como una asignatura en sí misma. Fueron José Antonio Chamizo y cols. (1995) los responsables de elaborar la guía de estudio, el libro para el maestro y las lecturas para los dos cursos de química de la enseñanza secundaria, materiales que fueron repartidos por decenas de miles a todo el profesorado nacional. Con esta reforma se pretende fomentar en el estudiante la curiosidad, la capacidad de observación, la soltura para

imaginar explicaciones y el amor por la naturaleza.

Los cursos de química tratan temas como: química y vida cotidiana, propiedades de elementos, compuestos y mezclas, discontinuidad de la materia, reacciones químicas, reacciones de oxidación, principios de química orgánica y electroquímica. Concluimos que en la enseñanza secundaria se ha dado un cambio de enfoque para fomentar el mejoramiento sustancial del nivel de la química.



**Carl Djerassi
con la participación
de Luis E. Miramontes
lograron la preparación
de noretinilttestosterona,
ingrediente activo
de la primera píldora
anticonceptiva**

Hasta 1993, la enseñanza de las ciencias en las escuelas secundarias se desarrolló siguiendo un programa de ciencia integrada

En lo referente al bachillerato, Garritz y Talanquer (1999) apuntan los siguientes problemas: **1)** falta de coordinación para unificar los planes de estudios existentes en el país, con el objeto de transmitir un enfoque aplicado de la ciencia y la tecnología química hacia la sociedad. **2)** Baja eficiencia terminal, que se calcula como el cociente de los egresados de un año entre los que ingresaron tres años antes, y varía entre 43 y 57%. **3)** Dispersión entre los objetivos y la estructura curricular: las hay con fuerte carácter de especialización técnica, otras que comparten un tronco común con áreas exclusivamente propedéuticas. **4)** Condiciones muy desiguales de calidad de instalaciones y recursos, al igual que de las características socioeconómicas de la población estudiantil. **5)** No existen mecanismos de formación y de evaluación de profesores. Además, Juaristi *et al.* (1995) apuntan que la mayoría de los profesores de este nivel muestran desconocimiento de la asignatura y del quehacer científico. Efectivamente, una encuesta reveló que únicamente 5% del profesorado de química del nivel de bachillerato ha estudiado la carrera de química. Sucede entonces que los profesores de esta asignatura son ingenieros, odontólogos, médicos, veterinarios, etc., con nula experiencia en investigación. Lo anterior afecta la visión que de la química y la ciencia logran frente a sus alumnos.

Educación superior

Hacia el final del siglo XX, la proporción de alumnos que estudiaban alguna carrera del área de ciencias naturales y exactas era solamente de 2% de la población escolar (ANUIES, 1999). El dato que viene allí como matrícula para la carrera de química es únicamente de 2 057 estudiantes. Es una verdadera tragedia que la carrera más científica del área tenga tan reducido número de alumnos. En efecto, el número de titulados anualmente es de aproximadamente 130, que no es un número apropiado ni siquiera para nutrir de profesores la enseñanza secundaria y de bachillerato de la química en el país.

El posgrado en química

Además de los 130 químicos que se titulan anualmente en México, egresan aproximadamente 2 200 químico-farmacéutico-biólogos de las 29 escuelas de farmacia que existen en el país. Algunos de estos profesionistas continúan estudios de posgrado (generalmente de doctorado) tanto en México como en el extranjero. En México, se otorgan generalmente unos 30 grados de doctorado en química. (Por comparación, las universidades de los EUA gradúan unos dos mil doctores por año, mientras que en España el número es de 400.) (Juaristi, 1994.)

Es clara, pues, la falta del número requerido de expertos y de investigadores consolidados en el área de la química, como líderes de la formación de profesionistas y científicos. Sin embargo, existen en México algunos pocos lugares en donde labora personal calificado y reconocido como líder académico, formando a las nuevas generaciones de químicos académicos y/o investigadores. Además de las instituciones con mayor tradición que se presentarán en las siguientes secciones, cabe señalar que recientemente se han creado programas de doctorado en química en la Universidad de Guanajuato, en el Instituto Tecnológico de Tijuana, en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México

Hace 85 años empezaron a llegar al tranquilo pueblo de Tacuba algunos jóvenes recién inscritos a la Escuela Nacional

de Química Industrial, concebida en 1916 por el ingeniero Juan Salvador Agraz, con la idea de crear una escuela de química que impartiera los conocimientos científicos relacionados con la materia y colaborara para transformar a México en un país adelantado, científico, industrial y manufacturero.

La primera inscripción contó con 40 alumnos y 30 alumnas, quienes ocuparon los primeros talleres industriales de jabonería, fermentación y perfumería, como parte de su formación práctica en las carreras de químico industrial, perito industrial y práctico industrial, con duración de cuatro, dos y un año, respectivamente.

Después de la inauguración, Agraz comenzó a realizar gestiones para que la escuela pasara a formar parte de la Universidad y alcanzara la categoría de facultad. El 5 de febrero de 1917 la escuela se transformó en facultad; con este motivo se creó la carrera de ingeniería química. En 1918, el traslado de la Escuela de Farmacia desde la Escuela de Medicina a la de Química vino a fortalecer a los químicos, y condujo a un cambio de nombre: Escuela Nacional de Ciencias Químicas y Farmacia.

En 1935 ocupó la dirección del plantel el doctor Fernando Orozco, quien, considerando que la enseñanza de la química no era el aprendizaje de un oficio sino una actividad de naturaleza intelectual, basada en el método científico, dismanteló los talleres de oficios y en su lugar construyó verdaderos laboratorios de enseñanza científica.

Entre 1948 y 1956 se construye la Ciudad Universitaria con el propósito de levantar edificios con instalaciones que resolvieran el problema de la carencia de espacio y de medios adecuados de trabajo.

Los 85 años de vida de la institución han sido fecundos. En este periodo han egresado de la facultad más de 25 mil profesionales de la química. Esto ha hecho de la Facultad de Química de la UNAM la más antigua y prestigiada institución en nuestro país, dedicada a la enseñanza y a la investigación.

División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química de la UNAM. 35 Aniversario

La División de Estudios de Posgrado fue creada el 29 de junio de 1965, siendo rector de la UNAM el doctor Ignacio Chávez, director de la Facultad de Química el ingeniero Francisco Díaz Lombardo, y primer jefe de la división el doctor José Francisco Herrán Arellano.

La división tiene dos raíces históricas: la primera de ellas es la Escuela de Graduados de la UNAM, que fue organizada en los años 1940 para poder otorgar los doctorados en Ciencias en la UNAM. La otra raíz de la división provino del Instituto de Química, ya que fue sede entre 1945 y 1965 del doctorado en química. En este periodo obtienen su doctorado Alberto Sandoval Landázuri, Jesús Romo Armería, Humberto Estrada Ocampo, José F. Herrán Arellano y José Luis Mateos Gómez.

En 1965, ya con la división, creció el número de programas, se instituyeron las maestrías y las especialidades hasta llegar a tener 20 programas de especialidad, maestría y doctorado, y a la fecha haber graduado a 1 115 maestros y a 283 doctores. Entre los investigadores actuales de la facultad cabe destacar a Estela Sánchez Quintanar, Jorge Vázquez Ramos, Hugo Torrens, Jorge Ramírez Solís, Eduardo Bárzana García, Jaime Keller, Andoni Garritz, Miguel Costas, Anatoli Iatsimirski, Juan Genescá y Enrique Bazúa.

En la enseñanza secundaria se ha dado un cambio de enfoque para fomentar el mejoramiento sustancial del nivel de la química

El Departamento de Química del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

El Departamento de Química del Cinvestav se fundó en 1965, en un momento en el que el único lugar en México en donde se podía realizar un posgrado en química era la UNAM. El departamento fue muy pronto una buena opción para hacer estudios; el grupo de química del Cinvestav ha pasado por diferentes periodos de consolidación, pero es ahora, sin duda, un grupo líder en el país en varias áreas de la fisicoquímica, la química orgánica e inorgánica y la síntesis asimétrica.

El Departamento de Química debió empezar en 1965 con varios investigadores extranjeros: Joseph Herz, especialista en química de esteroides y jefe del departamento hasta 1979; Tihomil Marcovic experto en electroquímica; Douglas McEachern, termoquímico y Achilles Dugaiczyc, fisicoquímico orgánico. Dos mexicanos completaban el grupo: Pedro Lehmann, preparado en los Estados Unidos, hijo de un pionero en la producción industrial de hormonas e interesado en la química biológica, y Pedro Joseph

Es clara la falta de expertos e investigadores en el área de la química

Nathan, egresado del Instituto de Química e interesado en los productos naturales. Posteriormente, el director del Cinvestav, Guillermo Massieu, se dio a la tarea de contratar un nuevo grupo de jóvenes mexicanos: Lázaro Brener, Gabriel Gojon, Pablo Mulás y Rosalinda Contreras.

El periodo como director del Cinvestav del doctor Manuel Ortega fue sin duda la resucitación del Departamento de Química, que había llegado a un periodo de crisis y al número más pequeño de profesores de su historia. El doctor Fernando Walls, investigador mexicano del Instituto de Química de la UNAM, fue nombrado jefe del departamento y duró en funciones de 1979 a 1982. Este nuevo jefe inició la renovación física del Departamento, de los servicios y de los ánimos. En ese periodo se contrató a Eusebio Juaristi (mexicano).

En 1982, el departamento quedó en las manos de Rosalinda Contreras (1982-1990), cuya primera tarea fue contratar a un nuevo grupo de investigadores, esta vez todos mexicanos: Norberto Farfán, Omar Solorza, Teresa Mancilla, Rosa Santillán, Ángeles Paz, Hilda Morales, Angelina Flores, Sonia Morales y Luis Alfonso Torres. En los ochenta empezó una buena época en el departamento de Química, pues se consiguió equipo instrumental moderno, se mejoraron los laboratorios, se inició un periodo de promoción del posgrado en química, y muchos jóvenes llegaron al departamento para realizar sus estudios.

Uno de los periodos más fructíferos del departamento fueron los noventa, en este tiempo bajo la dirección del doctor Luis Alfonso Torres (1990-1995), ya que se iniciaron cambios importantes. En particular, se pensó en la modernización del posgrado: se terminó el programa de maestría y se inició uno de doctorado directo al que se puede entrar una vez concluidos los estudios de la licenciatura.

El doctor Omar Solorza ocupa la Jefatura del Departamento desde 1995. En los noventa, otros investigadores se incorporaron al departamento: María de Jesús Rosales (1991), Armando Ariza (1994), Bárbara Gordillo (1994), Felipe González (1996), Aarón Rojas (1996), Alberto Vela (1997), Patricia Calaminici (1999) y Andreas Koster (1999).

Departamento de Química de la Universidad Autónoma Metropolitana en Iztapalapa

El Departamento de Química de la UAM-I fue creado en 1974 con la idea de impulsar la relación interdiscipli-

naria entre la física y la química. De hecho, se empezó con un departamento de física y química, cuyo primer jefe fue Leopoldo García-Colín S. Por razones improcedentes de explicar aquí, el proyecto original fracasó y, como Departamento de Química solamente, empezó a funcionar en 1977 bajo la jefatura de Antonio Campero C. De 1981 a la fecha sus jefes han sido Ricardo Gómez, Margarita Viniegra, Fernando Rojas, Andrés Hernández, José Luis Gázquez y Alberto Rojas, el actual jefe.

Las áreas de investigación actuales son, curiosamente, muy afines a la idea que se tuvo originalmente: química cuántica, electroquímica, catálisis, fisicoquímica de superficies, química inorgánica, bioquímica, fisicoquímica teórica y química analítica. Esta última es de reciente creación y viene a llenar un hueco enorme que tenía esta actividad en el país. Entre los investigadores cabe mencionar a Annik Vivier, Tessy López, Ricardo Gómez, Ignacio González, Andrés Cedillo, Fernando Esquivel y Marcelo Galván, por ejemplo.

Química en Puebla durante el siglo XX

La creación de la Escuela de Química Industrial en la Ciudad de México en 1916 influyó para el cambio curricular que experimentó en Puebla la carrera de farmacéutico. A partir de 1921 se denomina químico farmacéutico e incorpora varias materias en el área de la química. En 1931 se registran más modificaciones al plan de estudios con la inclusión de las materias Química Inorgánica Aplicada a la Industria y Química Orgánica Aplicada a la Industria.

El 14 de abril de 1937 se inaugura la Universidad de Puebla (UAP). La institución contaba con 562 alumnos y un poco menos de 100 profesores, de los cuales solamente 15 y 8, respectivamente, eran estudiantes y catedráticos de la Facultad de Química y Farmacia. En 1946 se titularon los primeros químicos farmacobiólogos, en 1949 los primeros químicos técnicos, y en 1953 los primeros químicos.



Uno de los periodos más fructíferos del Departamento de Química del Cinvestav fueron los noventa

A fines de la década de los cincuenta y principios de los sesenta la población escolar de la universidad registró un notable crecimiento; el edificio Carolino empezó a quedar chico a la UAP, que requería ya una ciudad universitaria. En esa época (1963) fue electo director de la Escuela de Ciencias Químicas el químico Ricardo Linarte, quien impulsó el desarrollo de la investigación al fundar los laboratorios de radioquímica y de química orgánica.

En 1972 llegó a la rectoría de la UAP el químico Sergio Flores, quien mejoró la

infraestructura comprando un equipo de resonancia magnética nuclear, un espectrómetro de masas equipado con cromatógrafo de gases, y otros. Pronto se iniciaron los trabajos de investigación en las áreas de fisicoquímica, inorgánica y orgánica, contándose con el apoyo de profesores de la UNAM y del Cinvestav. Además, varios estudiantes de las generaciones de los años setenta prosiguieron estudios de doctorado.

A mediados de los años ochenta y noventa, los investigadores habían llegado por fin a una etapa de productividad sostenida en áreas como la fisicoquímica, la química orgánica (productos naturales y síntesis), electroquímica, polímeros y química de coordinación.

La ahora Facultad de Ciencias Químicas ofrece las licenciaturas en química, farmacia y químico farmacobiólogo. La población escolar actual es de 1 561 alumnos de licenciatura. El posgrado en ciencias químicas inició en 1984 con la creación de la maestría en química. Posteriormente, en 1994 se formó el programa de doctorado en química orgánica. Actualmente, el posgrado cuenta con 32

La investigación en química orgánica en el IPN nace en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas al inicio de los cuarenta

estudiantes de maestría y 29 de doctorado, y han egresado ya 35 maestros y tres doctores.

La química orgánica en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas

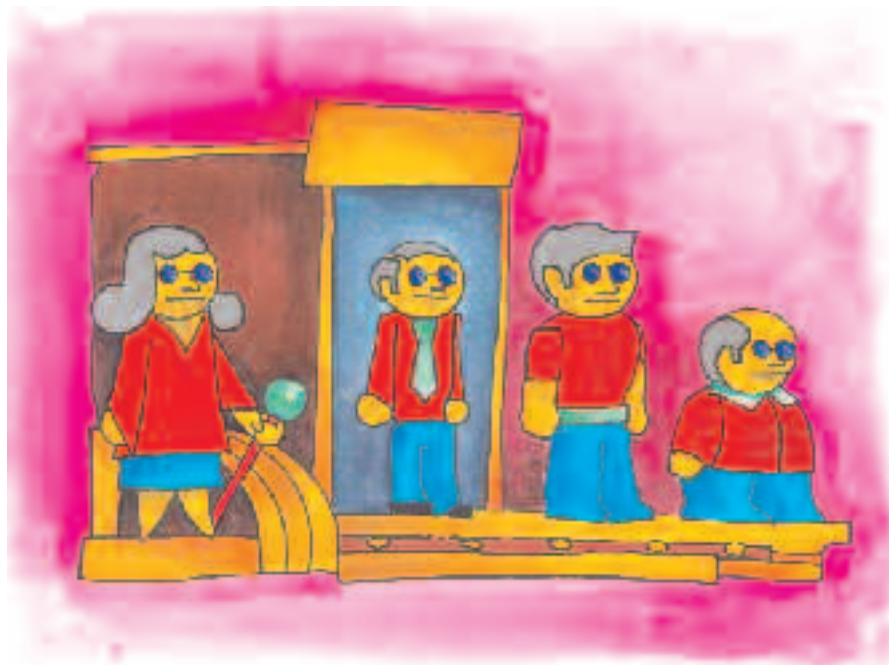
La investigación en química orgánica en el IPN nace en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) al inicio de la década de los cuarenta, teniendo como pioneros a los profesores Pablo Hope y José Erdos. El primero de ellos orientaría su investigación al desarrollo de procesos bioquímicos y biotecnológicos, como la extracción de ceras de la caña de azúcar o la obtención de fructosa del maguey tequilero. El doctor Erdos, por su parte, se concentraría en aspectos básicos de la síntesis orgánica y de la química farmacéutica. Uno de sus colaboradores, aún en activo al día de hoy, fue el doctor Guillermo Carvajal, quien ha realizado diversos trabajos en el desarrollo de GABA-anticonvulsivantes y en síntesis orgánica.

Si bien la ENCB es fundadora del posgrado en el IPN en el año de 1961, el primer programa de posgrado en química se crea en 1981, por iniciativa del doctor Alfredo Héber Muñoz y con el apoyo del maestro en ciencias Filiberto Vázquez. En virtud de la orientación académica de la ENCB hacia la biología, y de la formación en síntesis de biomoléculas del doctor Muñoz, el programa enfocaría su atención hacia aspectos moleculares de procesos biológicos. Fondos obtenidos del Conacyt permitieron la adquisición de equipos indispensables para la investigación, incluyendo, entre otros, la resonancia magnética nuclear, el infrarrojo y los cromatógrafos de gases y líquidos.

Las primeras generaciones de estudiantes se integraron, en buena medida, con profesores del propio departamento. Con el tiempo, serían los egresados de la escuela y de otros centros de educación superior quienes constituirían el grueso de los aspirantes al posgrado; sin embargo, el número de egresados fue bajo, como consecuencia de la imposibilidad de ofrecer becas para que los estudiantes se consagraran exclusivamente al programa.

La responsabilidad en el desarrollo de los proyectos de investigación y en la realización de las tesis de posgrado recayó en los profesores Filiberto Vázquez, Feliciano Montoya, Erasmo Flores, Saúl Holguín, Jaime Medina, Héctor Salgado, Sergio Ferriño, Joaquín Tamariz, Rogelio Pereda y, por supuesto, Héber Muñoz. En 1991 se consiguió un apoyo

económico importante del Conacyt y del IPN para el fortalecimiento de la infraestructura. Además, ingresaron entonces a la planta de profesores los doctores Gerardo Zepeda, Francisco Delgado, así como unos años más tarde, Alicia Reyes, Francisco Díaz y Hugo A. Jiménez. De esta manera, para la década de los noventa se había consolidado un grupo de investigación con intereses afines, e incrementado significativamente la productividad y la calidad científica, lográndose publicar trabajos en prestigias revistas internacionales, y formar recursos humanos de nivel maestría y doctorado.



BIBLIOGRAFÍA

- ANUIES (1999), "Estadísticas de la Educación Superior 1999", México, SEP.
- Chamizo, J. A., M. Petrich, M. Guevara, J. Ortiz y A. Sánchez (1995), "La enseñanza de la química en la escuela secundaria", México, SEP.
- Garritz, A., y V. Talanquer (1999), "Advances and obstacles to the reform of science education in secondary schools in Mexico", en S. Ware (comp.), *Science and Environment Education*, Washington, The World Bank.
- Juaristi, E., C. Castillo, J. A. Chamizo, G. Delgado, A. Guzmán, S. G. Medina, H. L. Morales, A. Pisanty, L. Rodríguez-Hahn y M. J. Rosales (1995), "Prospección de la química en México", en M. Fortes y C. Gómez-Wulschner (comps.), *Retos y perspectivas de la ciencia en México*, México, Academia de la Investigación Científica.
- Juaristi, E. (1994), "El sistema español como un posible modelo para el desarrollo científico y tecnológico futuro de México", *Ciencia y Desarrollo*, 19:10-13.
- Ruiz, L., A. Garritz, A. Robledo, L. García-Colín, J. Gómez-Lara, F. García, M. Soriano, R. Contreras y J. M. Aceves (1986), "Diagnóstico y análisis de la química en México", *Ciencia y Desarrollo*, 11:35-42.

Eusebio Juaristi es doctor en química, con especialidad en estereoquímica (análisis conformacional y síntesis asimétrica). Desde 1979 es profesor investigador en el Departamento de Química del Cinvestav (IPN). Recibió el Premio de Investigación Científica de la Academia Mexicana de Ciencias 1988, y el Premio Nacional de Ciencias y Artes 1998 de la Presidencia de la República.

Benito Bucay F., Grupo Industrial Bre; **Rosalinda Contreras Theurel**, Departamento de Química, Cinvestav, IPN; **Leopoldo García-Colín Scherer**, Departamento de Física, UAM-Iztapalapa; **Andoni Garritz Ruiz**, Facultad de Química, UNAM; **José Giral Barnés**, Centro Mexicano de Gestión Empresarial, UNAM; **José Luis Mateos Gómez**, Facultad de Química, UNAM; **María Eugenia Mendoza**, Instituto de Física, UAP; **Luis E. Miramontes C.**, CONIQQ, A. C.; **Javier Padilla Olivares**, Facultad de Química, UNAM; **Leticia Quintero**, **Fernando Santiesteban**, Facultad de Ciencias Químicas, UAP; **Joaquín Tamariz Mascarúa**, Departamento de Química Orgánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN; **Isaac Wofson**, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, Puebla, Pue.