RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes

Universidad
Nacional
de Quilmes

Kleiche-Dray, Mina

La institucionalización de un campo científico : el caso de la química en México en el siglo XX

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:
Kleiche-Dray, M., Casas-Guerrero, R. (2008). La institucionalización de un campo científico: el caso de la química en México en el siglo XX. Redes, 14(28), 47-73. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes
http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/457

Puede encontrar éste y otros documentos en: https://ridaa.unq.edu.ar

Universidad Nacional de Quilmes
Roque Sáenz Peña 352 // Bernal
Buenos Aires // Argentina
t.: (+41 11) 4365 7100
f.: (+54 11) 4365 7101
info@unq.edu.ar

La institucionalización de un campo científico: el caso de la química en México en el siglo XX

MINA KLEICHE-DRAY*
ROSALBA CASAS-GUERRERO**

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar el contexto y los factores que llevaron a la institucionalización de la química como campo científico en México, entre 1930 y 1970. A partir de un enfoque de estudios sociales de la ciencia, el trabajo analiza, con una perspectiva histórica, cómo se ha gestado la química a través de las interacciones entre la academia, los sectores productivos y el gobierno en el siglo XX. Se identifican cuáles fueron los factores, internos y externos al país, que contribuyeron directamente al desarrollo de esta disciplina en México.

Con esta idea se analiza: ¿cuál ha sido el papel del Estado y de la política científica en ese proceso de institucionalización?, ¿qué papel jugaron los vínculos entre la química académica y los sectores productivos en la institucionalización de la química?, y ¿hasta dónde la autonomía de la química académica fue un factor determinante en el proceso de institucionalización de esta disciplina científica? Es decir, se discute si la institucionalización de este campo científico fue producto de la comunidad de químicos en gestación o, de políticas y medidas instrumentadas por el gobierno, en relación a las políticas educativas y otras políticas económicas.

PALABRAS CLAVE: QUÍMICA – MÉXICO – HISTORIA – CAMPO CIENTÍFICO

Introducción

El trabajo analiza, con una perspectiva histórica, cómo se ha gestado la química a través de las interacciones entre la academia, los sectores productivos y el gobierno en el siglo XX.

* Institut de Recherche pour le Développement, París/Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM, México. Correo electrónico: <Mina.Kleiche@ird.fr>.

** Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM, México. Correo electrónico: <rcasas@servidor.unam.mx>.

La química ha jugado un papel central en el desarrollo económico de las sociedades, ya que cruza nuestra vida cotidiana y está asociada al "desarrollo" y más recientemente al "desarrollo durable": es una disciplina científica, una industria múltiple, de forma diversa (tanto por los procesos como por los productos) y un conjunto de conocimientos/saberes de poblaciones "tradicionales".

Símbolo de la modernidad en el siglo XIX y con su desarrollo después de la Segunda Guerra Mundial, la química se asocia hoy en día, tanto al riesgo como al desarrollo durable. Así, la química cristaliza, a través de la historia, imágenes y significados controversiales. Estas representaciones se difunden entre las políticas sectoriales del Estado (economía, salud, educación, seguridad nacional, ciencias y tecnologías), prácticas científicas de los académicos, actividades industriales y prácticas sociales en las sociedades tradicionales.

En México, la historia de la química se ha trabajado mucho, particularmente en lo que corresponde a los siglos XVIII y XIX –y existen obras sobresalientes sobre este período: Trabulse, 1994; Aceves, 1996; Aceves, 2000–, aunque paradójicamente la historia de la química durante el siglo XX es muy limitada (Garritz y Chamizo, 1989, 1995; Garritz, 1991).

La química jugó un papel importante, por un lado, en las políticas de "modernización" industrial iniciadas desde la Revolución de 1910, y más destacadamente a partir de la década de 1940, cuando da inicio la reapropiación nacional de los recursos naturales del país, y hoy en día en la competencia internacional.

Tomando como referencia los estudios sobre las ciencias llevados a cabo a partir de la década de 1960 y durante la década de 1970 en Europa y los Estados Unidos, advertimos que la química, que tomó un gran vuelo en el siglo XIX, se consolidó durante el siglo XX, pero cambió algunas de las características de su práctica, como lo afirman Bensaude-Vincent y Strengers (1993) y Ndiaye (2001).

Este artículo se inserta en este planteamiento y en el enfoque de los estudios sociales de la ciencia, que en América Latina, a partir de la década de 1980, adopta como una de sus preocupaciones el tema de la formación de tradiciones científicas en los países de esta región del mundo. Asimismo, el análisis del proceso de la institucionalización de la química en México comparte muchas de las inquietudes que, desde mediados de esa misma década, sociólogos, antropólogos y economistas en el campo de los estudios sociales de la ciencia han discutido en torno a la cuestión de la utilidad de la ciencia para entender sus relaciones con los sectores productivos, a través del análisis en los niveles macro y micro, sobre las políticas de la ciencia y tecnología, así como en relación con los modos de producción del conocimiento.[1]

[1] Sábato y Mackenzie (1982) explicaron que una parte fundamental del problema radicaba en

La actividad científica en el siglo XX no se practica como se hacía en siglos anteriores: una historia de individuos trabajando solos gracias a un mecenas, sino que se transforma en una historia colectiva, atrayendo intereses políticos y económicos, período durante el cual la ciencia se profesionaliza (Pestre, 1992, 1995). En este contexto, la química aparece durante la construcción de la nación mexicana, como una disciplina estratégica, ofreciendo la posibilidad de analizar las dinámicas de los cambios sociales y los imaginarios colectivos en una perspectiva transversal.

En este marco y, en el contexto de una investigación más amplia que incluye el análisis del desarrollo de la química en el país, el objetivo de este trabajo es analizar el contexto y los factores que llevaron a la institucionalización de la química como campo científico en México, entre 1930 y 1970. Se trata de identificar cuáles fueron los factores, internos y externos al país, que contribuyeron directamente al desarrollo de esta disciplina en México. Con esta idea se analiza: ¿cuál ha sido el papel del Estado y de la política científica en ese proceso de institucionalización?; ¿cuál es el papel que jugaron los vínculos entre la química académica y los sectores productivos en la institucionalización de la química? y, ¿hasta dónde la autonomía de la química académica fue un factor determinante en el proceso de institucionalización de esta disciplina científica? Es decir, se discutirá si la institucionalización de este campo científico fue producto de la comunidad de químicos en gestación o, de políticas y medidas instrumentadas por el gobierno, en relación con las políticas educativas y otras políticas económicas.

1. Interacciones entre las acciones del Estado mexicano y el desarrollo de la química

En este apartado se analiza el papel que jugó el Estado mexicano en el desarrollo de la química, a través de sus políticas económicas, industriales, educativas y de ciencia y tecnología, entre los años 1930 y 1970. Asimismo, se presenta una aproximación al papel de los químicos en las decisiones políticas en el terreno de las ciencias, haciendo énfasis en la importancia de los vínculos entre la química y los sectores productivos.

exigir a las universidades u otros centros de cultura superior que produjesen nuevas tecnologías o, en términos más generales, que se aproximasen solidariamente a las necesidades sociales, económicas y culturales del país. Tal objetivo fue mal administrado al pedirle a centros de excelencia académica que se comportaran como empresas de negocios y, en consecuencia, resultaba exagerada la acusación de elitistas a quienes publicaban artículos en revistas internacionales. Parecía necesario pues, iniciar nuevos programas de investigaciones en estudios sociales de la ciencia, que permitieran comprender mejor los mecanismos concretos de alineación de los(as) científicos(as), aun cuando un dedo inquisidor siguiera señalando al imperialismo como culpable de los desajustes.

1.1. Políticas económicas e industriales

1.1.1. El fortalecimiento de la independencia económica y la química

Durante el gobierno del presidente Lázaro Cárdenas (1934-1940) se adoptó una política cuyo interés central estaba constituido por el fortalecimiento de la independencia económica. En estos años también adquiere el primer impulso el proceso de sustitución de importaciones y las medidas de nacionalización constituyeron un mecanismo de la lucha por la independencia económica. La inversión del Estado, además de la industria petrolera que fue nacionalizada, se circunscribió a actividades como minería, agricultura, comercio y servicios públicos, y alcanzó también a los ferrocarriles y la electricidad (Nafin y Cepal, 1971), entre algunas de las cuales la química jugó un papel importante.

Para dar una idea del lugar que ocupaba la química en este período, y a partir de la información disponible, se puede mostrar que antes de la Primera Guerra Mundial había no más que 100 químicos empleados por la industria y casi todos eran extranjeros. Al final de la Segunda Guerra Mundial, el número de químicos extranjeros disminuyó y la presencia de químicos mexicanos en la industria se había incrementado aproximadamente a 1.000 (Rosenblueth, 1980).

1.1.2. La sustitución de importaciones

Entre 1938 y 1950, gracias al apoyo de los ingenieros egresados de la Escuela Superior de Química (Kleiche-Dray y Casas-Guerero, 2005), destaca el impulso a la industria petrolera, particularmente mediante la producción nacional de tetraetilo de plomo (que se dejó de vender en el extranjero) y que era fundamental en la producción de gasolinas, así como la producción interna de ácido sulfúrico (Snoeck, 1986). La Segunda Guerra Mundial vino a configurar un panorama que dio impulso definitivo al proceso sustitutivo de importaciones y fomentó algunas exportaciones de manufacturas (Nafin y Cepal, 1971). México empezó a experimentar un acelerado proceso de industrialización, apoyado en una creciente demanda externa de bienes de consumo y la expansión del mercado interno. Esta estrategia de industrialización sustitutiva estimuló el desarrollo de la industria manufacturera, alentó la diversificación de las actividades productivas locales y amplió el empleo urbano.

1.1.3. Impulso a la industria estatal

Entre 1950-1960, la industria química en México recibió un gran impulso gubernamental, continuando con el iniciado la década anterior, pero aumentando aceleradamente la fabricación de productos químicos básicos. Además, se dio un gran auge a otras industrias de productos químicos en el país, lo que aunado a un conjunto de políticas arancelarias, fiscales, crediticias y de gasto público

promovidas por el Estado, dio como resultado un crecimiento sostenido de la economía mexicana entre 1950 y 1980.

Estas medidas llevaron al inicio en Petróleos Mexicanos (PEMEX) de la industria petroquímica y a un aumento muy importante en la producción de fertilizantes con la empresa estatal Guanos y Fertilizantes (1943), dedicada inicialmente a producir abonos orgánicos y, posteriormente, a la fabricación de fertilizantes químicos y sintéticos. Esta industria era incipiente, aunque cabe destacar el apoyo del Estado a este sector. Asimismo, se establecen algunas empresas privadas con el apoyo de Nacional Financiera, como Celulosa y Derivados, Compañía Mexicana de Coque y Derivados, Viscosa de Chihuahua y Montrose Mexicana, entre otras (Giral, González *et al.*, 1978).

En la década de 1960 se estabiliza el proceso de industrialización y se deja de expandir la agricultura. La industria se apoya en una estructura productiva más diversificada. Se instalan nuevas industrias como la petroquímica básica y la automovilística, sectores que fueron prioritarios para los gobiernos de este período. Cabe destacar que en 1966 se forma el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), para sustentar los procesos de desarrollo tecnológico para la petroquímica. "En la industria química la gama de productos elaborados fue muy amplia, pudiendo citarse los gases industriales, fertilizantes, insecticidas, detergentes, sustancias químico-farmacéuticas (esteroides), plásticos y resinas sintéticas y aluminio electrolítico" (Martín del Campo, 1985: 82).

La petroquímica se amplía con el establecimiento de empresas públicas y con un gran impulso a la creación de plantas de PEMEX, que se desarrolla en forma acelerada en sus dos componentes: la básica, reservada al gobierno, y la secundaria, libre para el concurso y participación del sector privado tanto nacional como extranjero (Martín del Campo, 1985). En este grupo se crean plantas que llegaron a ser muy importantes como, Adhesivos Resistol, Policrom de México, Derivados Macroquímicos, Salicilatos de México, Polaquimia, Industrias Atlas, etc., las cuales iniciaron la elaboración de cientos de productos químicos diversos, tanto intermedios como finales. Asimismo, en 1961 se crea la empresa Negromex S.A., para la producción de negro de humo, hule sintético y productos químicos. La industria química tuvo, durante este período, un gran dinamismo, debido tanto a las políticas de fomento, como al efecto que generó la producción petroquímica (Giral *et al.*, 1978).

Cabe también destacar que la industria nacional químico-farmacéutica se hizo cargo, desde fines de la década de 1940, de fábricas y laboratorios confiscados a nacionales de los países del Eje durante el conflicto mundial. En este período se perfila una política gubernamental de desarrollo regional, conjuntamente con promociones e inversiones a nivel sectorial, aunque no se evitó con ello el grado de concentración industrial del país (Nafin y Cepal, 1971). Se dio una fuerte capacitación de la mano de obra para la industria.

1.1.4. Asociación entre el Estado y la industria trasnacional

A partir de 1970, la política del gobierno mexicano se caracterizó por una renovación del discurso nacionalista, que se propuso reducir la dependencia económica del país con el exterior, al que se contraponían las acciones realizadas. Se planteó una asociación entre el Estado y el capital privado nacional, como un medio para superar los desequilibrios e ineficiencias de la planta productiva y proteger al país de los intereses privados y extranjeros. El gobierno consideraba que la intervención estatal era el mejor medio para reducir las tensiones y favorecer el desarrollo económico. De ahí que, paralelamente al gran incremento del gasto público y la inversión en servicios sociales (salud, vivienda y educación), en los primeros seis años de esta etapa se buscó promover el desarrollo de la industria, la cual, sin embargo, acusaba una fuerte dependencia de capital, insumos y tecnología extranjeros.

La década de 1970 estuvo marcada por el desarrollo explosivo de la industria petroquímica, lo cual exigió al profesional de la ingeniería química manejar parámetros económicos a escala nacional, actuar en los mercados internacionales de productos químicos, y en la selección y compra de tecnología en el extranjero. También en esa década, el ingeniero químico se dio a la tarea de asimilar y adaptar tecnología.

En esta década se crean importantes empresas químicas: Fermentaciones Mexicanas, para la producción de lisina; Productos Químicos Vegetales Mexicanos, para la producción de fármacos y medicamentos; Productora Mexicana de Fármacos, que produce ácido ascórbico; Adhesivos, S.A., para la producción de adhesivos industriales y formol. Asimismo, se crean diversas empresas químicas para la producción de cloro y sosa, fibras acrílicas, resinas entre otros productos. Es decir, hacia principios de la década de 1980 el espectro de empresas químicas en el país era amplio, con una fuerte participación de inversión pública y privada nacional.

1.2. El fortalecimiento de los recursos humanos para la industria

1.2.1. El apoyo público al desarrollo de la Educación Superior en química

Entre las medidas de reforma social, las políticas educativas propuestas por el presidente Lázaro Cárdenas (1934-1940) estaban orientadas a la reorganización de la educación profesional para ponerla en armonía con las necesidades sociales y económicas del país.

Para alcanzar ambos propósitos, en 1935 se creó el Consejo Nacional de la Educación Superior y de la Investigación Científica (CONESIC), que tuvo como principal actividad elaborar planteamientos para la creación de institutos de investigación y apoyar la reorganización de la educación superior. En este marco,

la ciencia adquiere un papel específico en relación a la educación superior, y es considerada, en el plano del discurso oficial, como el soporte de esta, por lo que la separación entre investigación y enseñanza era inconcebible. El gobierno de Cárdenas procuró fortalecer la actividad científica con un doble objetivo: a) coadyuvar a la reorganización de la educación superior y, b) contribuir al mejor conocimiento y utilización de los recursos naturales (Casas, 1985).

Aunque las actividades que llevó a cabo este organismo en el campo de la política de la ciencia y de la tecnología (PCyT) fueron muy exiguas, su participación en la creación del Instituto Politécnico Nacional (IPN), en 1937, y la reapertura de varias universidades estatales contribuyó a la formación del personal técnico y científico para la investigación (Landry, Valentinuzzi *et al.*, 1960).

Asimismo, la refinación del petróleo fue un sector que demandó químicos, que se formaban ya profesionalmente en el país, principalmente en la Escuela Nacional de Ciencias Químicas (Kleiche-Dray y Casas, 2005).

Particularmente, la nacionalización de la industria del petróleo en 1938 generó demandas internas para el trabajo de los químicos, ya que se requirió la instalación de plantas y procesos para producir algunos insumos necesarios para dicha industria, que ya no se podrían conseguir de las empresas extranjeras.

Estas acciones en torno al impulso de la educación superior impactaron en el desarrollo institucional de la química, ya que en el IPN se introdujeron en 1938 carreras para formar técnicos adecuados para el desarrollo de la industria petrolera recién nacionalizada, así como la minero-metalúrgica, con el fin de aprovechar racionalmente los recursos naturales de la nación. Entre otras, se crea la carrera de Ingeniería Química Petrolera (Cuadro 1).

En las universidades de los estados también fueron creadas instituciones para la enseñanza de la química en este período, tales como la Escuela de Química y Farmacia de la Universidad Autónoma de Nuevo León, que inició en el año de 1931; la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en 1934 y, la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, que en 1937 establece los planes de estudio de las carreras de farmacia y de químico fármaco biólogo.[2]

La idea que enmarcó estos primeros intentos de políticas de ciencia y tecnología fue la de complementar el concepto de ciencia pura con el más amplio de ciencia aplicada, por lo que las acciones realizadas en torno al aprovechamiento de los recursos naturales del país se encuadran en esa orientación.

[2] En el estado de Puebla existía desde el siglo XIX una tradición de investigación en química, en particular sobre las sustancias naturales. En 1963 la Escuela se transformó en la Facultad de Ciencias Químicas. En el IPN, al igual que en la Universidad de Puebla no se crearon posgrados antes de las décadas de 1960 y 1970, respectivamente. Véanse Huerta (1995) y Wolfson (1999).

Cuadro 1. Evolución de la Escuela de Tacuba

Año	Institución	Área de formación
1916	Escuela Nacional de Ciencias Químicas	Químico Industrial, Químico Experto, Técnico en Química
1917	Facultad de Ciencias Químicas	Ingeniero Químico, Doctor en Química
1919-1921	Facultad de Ciencias Químicas de Farmacia	Técnico en Química, Químico farmacéutico, Químico Metalúrgico
1926	Facultad de Química y Farmacia, y Escuela Práctica de Industrias Químicas	Ingeniero Químico, Químico Farmacéutico, Químico Metalúrgico
1935-1939	Escuela Nacional de Ciencias Químicas	Ingeniería química, Químico Farmacéutico y Químico, Ensayador metalurgista
1949-1954		Ingeniero Químico, Químico, Químico Fármaco Biólogo, Químico Metalúrgico
1965	Facultad de Química	Ingeniero Químico, Farmacéutico, Químico

Durante el gobierno del presidente Manuel Ávila Camacho (1940-1946) se renovó el interés por generar una base científica en el país. En 1942, se creó la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC), dependiente de la Secretaría de Educación Pública, que tendría como propósito apoyar el desarrollo de la actividad científica para el progreso industrial y favorecer una base científica nacional, como sustento para la independencia tecnológica. Las actividades desempeñadas por esta institución, durante los siete años en que fue sostenida por el gobierno, se concentraron en el estímulo a la formación de una infraestructura física y de recursos humanos, particularmente mediante el otorgamiento de becas de posgrado y ayuda financiera directa a universidades, centros e institutos de investigación.

Entre 1943 y 1950, la CICIC otorgó 107 becas de las cuales el 40.3% fueron destinadas a becarios en el país, y solamente 10.3% a becarios en el extranjero.[3] En cuanto a la distribución de becas por disciplinas, la atención se centró en el campo de la biología (49%), seguida de las ciencias físico-matemáticas (29%) y,

[3] No fue posible conocer la distribución del 46% restante, ya que en las memorias de la CICIC no se especifica el lugar de estudio de los becarios para los años comprendidos entre 1947-1949.

en tercer lugar la química (9,3%). Este fue el inicio de una tendencia que se enfatizaría más tarde, en la que el mayor apoyo a la ciencia fue a los campos de la biología y las ciencias físicas (Casas, 1985: 38-40). Así, las actividades de este organismo, en el desarrollo de la industria química estatal, no se correspondieron con el apoyo a la formación de investigadores en química. Cabe destacar que el Instituto de química, como se documentará más adelante, se crea en 1939, casi al mismo tiempo que los institutos de matemáticas y física, que habían sido fundados un año antes, en 1938.

En esta etapa, la formación profesional de químicos fue una prioridad estatal, como se demuestra con la creación, en 1944, de la carrera de ingeniería química industrial en el IPN, en la que se formarían ingenieros con conocimientos para trabajar prácticamente en toda la industria química, en cuatro especialidades: 1) petróleo, 2) azúcar, almidón y alcohol, 3) microbiología industrial y 4) celulosa y plásticos. En 1947 se firmó el acuerdo para crear la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQUIE) que contribuiría también a la formación de profesionistas para la industria química.

En la década de 1940, se crearon otras instituciones para la educación de profesionistas en el campo de la química. Cuando la Casa de España se transformó en El Colegio de México, varios laboratorios debieron encontrar otras instituciones para seguir sus investigaciones. Este fue el caso del Laboratorio de Bioquímica que creó un exiliado republicano español, José Giral (Giral, 1994). Este Laboratorio se integró al Instituto Politécnico Nacional, transformándose en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (Pérez-Miravete, 1984). En esta escuela se llevaron a cabo muchos estudios sobre los procesos bioquímicos y biotecnológicos, como la producción del sulfato de Nicotina a partir de residuos de la industria de tabaco, la extracción de ceras de la caña de azúcar, la producción de fructosas del maguey tequilero, campos de investigación básica en síntesis orgánica y química farmacéutica (Landry *et al.*, 1960).

Se creó también la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas en el Instituto Politécnico Nacional en 1949, para la educación de ingenieros en los sectores de las minas, del petróleo, de las industrias químicas, quienes se formaron antes en la Escuela Superior de Ingeniería y Artes (Landry *et al.*, 1960).

Sin embargo, estas dos escuelas, así como la Escuela de Ciencias Químicas que se creó en 1916, se dedicaron más a la formación de profesionistas y a la realización de estudios para mejorar los procesos de producción, que a la química en sí misma o a la educación de los académicos en ese campo.

Cuadro 2. Desarrollo de las instituciones que forman químicos en México

Instituciones	Año de fundación	Sector
Escuela de Tacuba	1916	Público
Escuela Superior de Química e Industrias Extractivas (IPN)	1937-1944	Público
Universidad Iberoamericana	1943	Privado
Universidad Femenina	1943	Privado
Universidad Motolinía	1943	Privado
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	1944	Privado
Universidades de los estados	A partir de la década de 1940	Público
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)	1973	Público

1.2.2. Otorgamiento de becas para capacitar recursos humanos mexicanos en el extranjero

A partir de 1950 la política de ciencia y tecnología quedó en manos de un nuevo organismo, el Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC), cuya amplitud de funciones durante su primera etapa de vida (1950-1960) contrastó con sus escasos resultados prácticos (Casas, 1985: 51).

Por lo que se refiere al INIC, en su primera etapa (1950-1960), la poca importancia otorgada a la química como actividad académica puede ilustrarse con el escaso número de becarios que apoyó este organismo en México y en el extranjero. En un período de siete años, las becas canalizadas a las ciencias químicas ocuparon el 18% del total de becarios en el país y solamente el 5% de los becarios en ciencias químicas en el extranjero. El área que concentró la mayor proporción de las becas fue nuevamente la de ciencias físico-matemáticas, seguida del área de médico-biológicas y en tercer lugar la de ciencias de la ingeniería (Casas, 1985: 56).

Paralelamente, se amplió de manera considerable la educación superior y la educación técnica y se impulsaron las carreras más directamente relacionadas con la industria manufacturera. Entre 1959-1967 el número de inscriptos en las ramas de química y química industrial creció 2,8% al año y, en ingeniería química, 7,9%.

Se observa una preferencia cada vez mayor de los alumnos por esta última carrera que supone una preparación más versátil. En cuanto a la ingeniería petrolera, se encontraba satisfecha la demanda del único empleador, Petróleos Mexicanos (Nafin y Cepal, 1971). Este período vio el inicio del desarrollo de centros universitarios en las entidades federativas, con instituciones tales como los tecnológicos regionales, los centros de capacitación técnica, con una tendencia a disminuir la concentración geográfica en carreras relacionadas con la actividad manufacturera. Entre las carreras que recibieron impulso en varios estados del país figuran la química y la química industrial. Algunas fuentes estimaban que hacia 1975, la oferta de ingenieros químicos excedería la demanda en el 30% (Nafin y Cepal, 1971).

Como se ha podido ver, hasta fines de la década de 1960, entre las políticas gubernamentales de ciencia y tecnología la química no ocupó un lugar importante, ya que el Estado no impulsó, de manera paralela al desarrollo de la industria química, un desarrollo adecuado de la investigación en este campo, factor que vendría a explicar, décadas más tarde, la desarticulación entre la investigación académica y los sectores productivos en este campo del conocimiento.

Una medida importante en materia de política de ciencia y tecnología en esta etapa fue la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en 1970, como organismo encargado de planear, coordinar y evaluar la política gubernamental en materia de ciencia y tecnología y vincularla con el desarrollo nacional (Ley, 1970). El papel de la ciencia fue revalorizado por el gobierno. A partir de 1971, el gasto federal en Ciencia y Tecnología (C&T) empezó a crecer pasando de 0,15 a 0,46% como proporción del PIB (Lustig *et al.*, 1989).

Sin embargo, este primer impulso gubernamental al desarrollo de la investigación científica en el país no estuvo acompañado por la definición de prioridades, ni de un análisis de las áreas estratégicas. A pesar del importante desarrollo de la industria química, ya reseñado en párrafos anteriores, no se elaboró ningún programa para fortalecer las bases de conocimiento y de tecnología de este sector que se enfrentaba, ya en la década de 1970, a una fuerte dependencia tecnológica y a una penetración importante de la industria transnacional que competía ya en forma desleal con las mismas industrias estatales.

1.3. Los químicos y las decisiones políticas en el terreno de las ciencias

Como parte de este recorrido histórico, es relevante hacer referencia al papel que jugaron los químicos en la esfera gubernamental durante este proceso de institucionalización del campo. Su participación en la definición de políticas de ciencia y tecnología, así como sus planteamientos sobre las interacciones entre la academia y los sectores productivos, se analizan a continuación.

En la primera etapa de la formulación de PCyT, no fue relevante la participación de los químicos, a pesar de que fue una época en la que predominó, entre los científicos e intelectuales mexicanos, la preocupación por poner en contacto los trabajos de investigación con las urgencias de la sociedad y contribuir a la solución de problemas socioeconómicos específicos, como por ejemplo las enfermedades tropicales y los problemas de salubridad que aquejaban al país.[4]

Dicha escasa participación de los químicos en la esfera gubernamental podría explicarse, en parte, por la incipiente institucionalización del campo en la educación superior y por la falta del desarrollo de la investigación en esta disciplina. La química se enseñaba para formar técnicos para la industria química y no es sino hasta fines de la década de 1930 que se crea el Instituto de Química. Por otra parte, el gobierno, como se ha visto en el apartado anterior, en esto años, empezaba a poner en práctica acciones para impulsar la industria química nacional.

Entre 1942 y 1950, la participación de los químicos en la CICIC, en la toma de decisiones de políticas de ciencia y tecnología, fue un poco más relevante. Los trabajos de esta comisión se organizaron en cinco áreas científicas; una de ellas fue la sección de química, que estuvo coordinada, en una primera etapa, por el doctor Fernando Orozco[5] y posteriormente por el químico Rafael Illescas Frisbie.[6] La sección de química es la que más se adecuó a uno de los argumentos de la formación de la CICIC, que fue el fomento al desarrollo industrial y agrícola del país, mediante la utilización de la investigación científica. Fue en este renglón que, a iniciativa de la CICIC, se aprobó un proyecto y se dio inicio a la construcción de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI), establecidos en 1948. Los LANFI tuvieron distintas experiencias de desarrollo de investigación para el proceso de industrialización del país. Su

[4] Esta concepción era sostenida por científicos e intelectuales que participaron en la creación del CONESIC en la década de 1930, entre otros por Luis Enrique Erro (astrónomo), Miguel Othón de Mendizábal (antropólogo) y Manuel Martínez Báez (médico).

[5] José Vasconcelos, siendo Secretario de Educación Pública, otorgó en 1921 las primeras 20 becas para estudiar en diferentes universidades alemanas. Uno de aquellos becarios fue Fernando Orozco, quien después fuera director de la Escuela Nacional de Química y del Instituto de Química de la UNAM. Orozco, doctorado en la Universidad de Hamburgo en análisis inorgánico de metales, promovió la actualización de los planes de estudio de dicha escuela y fue de los asesores de PEMEX que hicieron posible la producción del antidetonante de las gasolinas, inmediatamente después de la expropiación. Es decir, su actividad estuvo estrechamente vinculada a los sectores productivos del país. Véanse Garritz y Chamizo (1989 y 1995).

[6] Inició su actividad docente en 1919, como profesor ayudante en la misma Escuela Nacional de Química, de la cual fue director en dos ocasiones, de 1932 a 1933 y de 1947 a 1957. De 1936 a 1946 enseñó química médica en la Escuela de Medicina de la UNAM. Su actividad laboral fue muy fructífera en diversas instituciones públicas y privadas del país y lo llevó a innumerables viajes de estudio al extranjero. Fue profesor emérito de la Facultad de Química, UNAM. Véase Fernández (1985).

objetivo fue realizar investigaciones de tipo científico y técnico, determinar métodos de prueba para la normalización de productos y realizar análisis de laboratorio con fines industriales para la prestación de servicios al sector productivo privado y organismos gubernamentales, funciones que desarrolló fundamentalmente en los campos de química analítica, análisis y tecnología de alimentos, biotecnología y protección al ambiente, celulosa y papel, envase y embalaje e ingeniería de procesos.

Posteriormente, con la desaparición de la CICIC y la creación del INIC en 1950, químicos destacados, como el doctor José F. Herrán Arellano, participaron en la toma de decisiones para la investigación científica en el país. En la década de 1960 el doctor Herrán participó en varios eventos en los que difundió sus ideas sobre el desarrollo de la química pura y aplicada en el país. En algunos trabajos advertía ya sobre la: "Falta relación entre los centros educativos, las empresas industriales, el sector privado y las empresas estatales" (Herrán, 1967: 13). Hay que recordar que en estos años el pensamiento latinoamericano en ciencia, tecnología y sociedad sostenía la importancia de buscar las interacciones entre academia, gobierno y empresas, para lograr un desarrollo dinámico de nuestras sociedades (Dagnino *et al.*, 1996).

Otro de los químicos que participó en este período en la elaboración de propuestas de política de ciencia y tecnología fue Manuel Sandoval Landázuri, vocal del INIC, quien junto con Raúl Cetina Rosado, responsable del Comité de Ciencias Químicas de ese organismo, participaron en la elaboración del documento *Política y Programas en Ciencia y Tecnología*, preparado en 1969 por el INIC y que dio nacimiento al CONACYT.

Entre 1970-1976 se dio, por primera vez, una muy importante participación de la comunidad científica, tanto en la operación del recientemente formado CONACYT, como en los diferentes comités de asesores que trabajaron en la formulación de la Política Nacional de Ciencia y Tecnología (1976) hacia finales de este sexenio de gobierno. En total participaron casi 250 investigadores, ingenieros y técnicos entre académicos, personal de los sectores productivos, entidades gubernamentales y personal del CONACYT. Quienes participaron no provenían solo del sector académico, sino también del sector industrial. Los químicos, provenientes tanto de la academia como de la industria, participaron en diferentes comités constituidos en el CONACYT para la formulación de dicha política: Jacobo Gómez Lara, del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en el Comité de Ciencias Exactas; Benito Bucal, del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos (IMIQ), y José Giral de Química Flúor, ambos provenientes del sector industrial, participaron en el Comité de Industria y Bienes Intermedios; químicos provenientes de Guanos y Fertilizantes, así como de la Compañía Hulera Excélsior, se integra-

ron a Grupo de Trabajo Especial de ingenieros; José Giral Barnés tuvo una activa participación en el Grupo de Instrumentos de Política Científica; los doctores José Luis Mateos y José Romo Armería en la Comisión Asesora de Política Científica; y, Bruno Mascanzoni, del IMP, en la Comisión Asesora de Política Tecnológica. De lo anterior se deduce la importancia que los químicos habían adquirido, así como la relevancia de este campo para varias áreas del desarrollo, tanto científico como industrial en el país. En esta etapa la química ya estaba estabilizada, se había conformado como campo científico en el ámbito académico, y la industria química estaba en su mejor etapa de desarrollo.

2. La autonomización de la química como campo científico

2.1. El papel de los académicos en la autonomía de la química: creación del Instituto de Química

En 1941 se crea el Instituto de Química (IQ), el primer instituto para la educación de investigadores en química, a iniciativa de Fernando Orozco, director de la Escuela de Ciencias Químicas, y Antonio Madinaveita, científico republicano español. Fernando Orozco, quien fue uno de los estudiantes mexicanos becados en 1921 por la Universidad de Hamburgo y, a su regreso, nombrado profesor de la Escuela de Ciencias Químicas, estableció el Laboratorio de Control de Calidad del gobierno y en 1936 tomó la dirección de la Escuela (Olivares, 2001).[7]

Antonio Madinaveita, fármaco-químico y químico orgánico, profesor de la Universidad de Granada y Madrid, fue uno de los científicos republicanos españoles recibidos por el presidente Lázaro Cárdenas, a quien se permitió seguir sus investigaciones en México.[8]

Gracias al financiamiento de la Casa de España –institución que se creó específicamente para los exiliados republicanos españoles, apoyada por el gobierno mexicano– y a la provisión de algunos estudiantes de química de la Escuela de Ciencias Químicas por Fernando Orozco, Antonio Madinaveita inició un laboratorio de investigación en la Escuela durante el año 1939, llamado Instituto de

[7] Él fue quien reformó la escuela en 1935, para transformarla en el lugar de educación de ingenieros químicos (véase n. 5).

[8] Una de las consecuencias de la Guerra Civil en España que empezó en 1936 fue el exilio de los intelectuales republicanos en América Latina, particularmente en México. Así, en 1938, el presidente Lázaro Cárdenas creó la Casa de España ofreciendo a los "científicos, pensadores, humanistas, escritores, artistas… un refugio a quienes pueden contribuir al progreso cultural del país". Véase Perea (2000).

Química, con Orozco como director y Madinaveita como jefe de investigación (1965). Sin embargo, cuando la Casa de España se convirtió en El Colegio de México, quedándose solamente con las áreas de ciencias sociales y humanidades, el Instituto de Química se desprendió de esta institución y se integró en 1941 a la UNAM, pero sin recibir apoyo financiero por parte del gobierno. Gracias a la relación que Madinaveita sostenía con la fundación Rockefeller desde Madrid, el Instituto de Química pudo recibir ayuda financiera de ella, permitiendo la creación de dos laboratorios en la misma escuela, una pequeña biblioteca y la compra de materiales. Posteriormente, el Banco de México otorgó algunos apoyos, solicitando al Instituto la realización de estudios para evaluar los recursos naturales del país.

El objetivo del IQ fue participar en el desarrollo del conocimiento en el campo de la química orgánica, y más bien en el campo teórico que experimental, así como proponer una formación doctoral a los egresados de la Escuela de Ciencias Químicas.

2.2. El impacto de la autonomía de la UNAM sobre la química

2.2.1. La creación del grado de doctorado en química en 1941

Al contrario de lo que ocurría en otros institutos de la UNAM, el IQ no fue autorizado a otorgar el título de doctor en química. En efecto, en 1939 se organizaron los estudios de posgrado en la UNAM y solamente la Facultad de Ciencias y la Facultad de Medicina lograron –en ese mismo año– la autorización de otorgar, respectivamente, el título de doctor en ciencias con especialización en Química y doctor en fármaco-química.[9] El IQ propuso, entonces, un programa de química orgánica y bioquímica para los alumnos de las facultades de Ciencias y de Medicina, dedicado a la carrera de Doctor en Ciencias Químicas (Herzog, 1974; Domínguez y Ramírez, 1993).

Al mismo tiempo, aunque después de fuertes debates en el seno del Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias, la Escuela de Ciencias Químicas logró obtener el título de doctorado con especialidad en química, para los graduados del Instituto de Química.

[9] Hasta 1939, el título del doctor se otorgó únicamente a los egresados de fármaco-química de la Escuela de Ciencias Químicas de la UNAM. Aparte del diploma de doctor de Química en 1919, cuando la Escuela de Ciencias Químicas se integró a la UNAM, no existía aún un diploma de doctor en química; véanse Estrada (1983) y Mateos (2001). En 1927 se crearon los estudios de posgrado en la UNAM y el título de doctor en ciencias; y, en 1929, solamente los estudiantes que poseían el bachillerato podían seguir un posgrado. A partir de esta época se empezó a distinguir la carrera académica de la carrera profesional, que no necesita del bachillerato. En 1939, se crearon los posgrados de la Facultad de Ciencias y de la Facultad de Medicina. Sin embargo, es solamente a partir de 1946 que se crea una Escuela de Posgrados promoviendo la educación superior; véanse Silva Herzog (1974) y Domínguez y Ramírez (1993).

Sin embargo, como no existían puestos de investigador y de profesor de tiempo completo en química en la Universidad Nacional, o en las empresas, el doctorado en química no atrajo a muchos estudiantes. El IQ recibía sobre todo a los egresados de la Escuela de Ciencias Químicas, quienes preparaban su tesis profesional para integrarse el sector productivo. Es así que, durante sus primeros años, el Instituto no contrató investigadores.

La química mexicana no aparece como una disciplina institucionalizada en la década de 1940, sino como un conjunto de conocimientos técnicos dentro de tres profesiones: a) fármaco-químico, que se dedicaba a la producción de sustancias de base para la fabricación de medicamentos; b) técnico químico, que analizaba la calidad de las normas en los organismos públicos al final de la década de 1930 y, c) los ingenieros químicos, que se dedicaban al mantenimiento y al control de la cadena de producción en la industria.

Por lo tanto, se observa que si bien al inicio de los años cuarenta, existía en México una institución dedicada a la formación doctoral a través de la investigación, hecho que constituye en sí un elemento en la institucionalización de un campo científico, la ausencia de los recursos humanos para desarrollar investigación muestra que, en esta época, la química, como disciplina científica, aún no se había institucionalizado. Es decir, la creación de una institución dedicada a la investigación y a la formación en química no fue suficiente para hacer de la química una profesión. En la siguiente sección se mostrará que fueron otros eventos, ligados a la adquisición de la autonomía de la UNAM, que empujarían el crecimiento de los recursos humanos para esta disciplina.

2.2.2. El establecimiento de la figura de investigador de tiempo completo (1944-1957): el personal de carrera

Desde los intentos realizados por Lázaro Cárdenas para reformar la educación superior e imponer la educación socialista y la resistencia que esto provocó en la UNAM, los profesores habían estado luchando por preservar la autonomía de esta institución,[10] entre cuyos efectos son de mencionarse los siguientes: la creación de puestos para profesores e investigadores (creación de la figura de profesor en 1947), gracias a la Ley Orgánica que reforma la UNAM en 1944; y, las medidas tomadas por el rector Nabor Carrillo (1953-1961) en 1957, que establecieron

[10] En realidad en el proyecto de la creación de la Universidad Nacional en 1910 y posteriormente en la ley de su autonomía de 1929, los universitarios buscaron cómo ubicar la investigación en el centro de la vida universitaria y alejarla de la influencia política, sugiriendo un mecanismo interno de otorgamiento de puestos de profesores y academias. Pero la universidad no escapó de los intereses políticos o personales, lo que creó muchos conflictos. Razón por la cual, con la llegada del rector Alfonso Caso, se promulga la nueva Constitución, la Ley Orgánica de la UNAM en 1944 que transfiere el poder de las Academias al Consejo Universitario (Landesmann, 1997).

una serie de reglas para definir las diferentes categorías de profesor y que formaron los pilares de la vida académica y del personal de investigación en la universidad, tales como: un salario suficiente para los profesores de tiempo completo; la obligación de dedicarse a la enseñanza y la investigación al servicio de la universidad, sin la autorización de poder practicar otras profesiones, ni ocupar otras posiciones públicas,[11] y la asignación de un presupuesto para contratar profesores e investigadores de tiempo completo (Carpizo, 1987; Pozas, 1990; Díaz y de Ovando, 1994; Prieto, 1996; Landesmann, 1997).

Estas medidas reforzaron los recursos humanos en el Instituto de Química, el cual había contratado un promedio anual de dos a cuatro profesores hasta 1951. En 1954 atrajo a 20 profesores de tiempo completo o investigadores (Herzog, 1974) y, de aquí en adelante, hasta 1965 incorporó un promedio de 10 profesores por año.[12]

Así, en 1953 el Instituto de Química contaba con doce investigadores, de los cuales cinco eran doctores y cinco doctorandos. En 1965, había 29 investigadores, de los cuales 28 eran doctores y 453 estudiantes.[13]

De esta manera, observamos por un lado, cómo la política nacionalista de la década de 1940 promovió la creación de una infraestructura para la investigación, y por el otro lado observamos que la resistencia de los académicos de la UNAM a esa política permitió el proceso de autonomía de la academia. Ambos procesos condujeron a la creación de la carrera de investigador de tiempo completo con su presupuesto correspondiente.

Sin embargo, si las interacciones entre el campo político, el económico y el social nos permiten entender, tal como se mostró previamente, el proceso de creación de una disciplina y su legitimación social, no nos revela el contenido de las prácticas de los químicos mexicanos: ¿en qué trabajan?, ¿cómo realizan sus actividades?, ¿cuáles son sus preocupaciones científicas?, ¿trabajan en temas específicos relacionados con México o a nivel internacional con asuntos científicos universales?

Para responder a estas preguntas, es necesario reconstruir el nicho científico de la química realizada en México, desde los finales de la década de 1940 o de 1950 para poder analizar la dinámica de la investigación química.

[11] En 1947, se creó una nueva categoría de profesor: el de tiempo completo, cuya actividad es la docencia o cualquier actividad derivada de esta. Se estableció que los profesores de "carrera" no están autorizados a enseñar en otras universidades, escuelas o colegios, etc. Sin embargo, sí están autorizados a trabajar fuera de la universidad. Son contratados los profesores "ordinarios" que tienen al menos cinco años de servicio; son nominados por el Director de la Facultad; pueden solicitar –después de tres años de servicios– una incorporación al profesorado de "carrera", pero no tienen derecho al año sabático ni a la seguridad social.

[12] Véase el artículo de homenaje a Madinaveita (1965).

[13] Véase Garritz (1991).

2.3. Syntex, el IQ y la química de los esteroides: la educación de una nueva generación de químicos

Inicialmente los trabajos realizados por el Instituto de Química estuvieron relacionados con la economía del país. Después, en el contexto de la Segunda Guerra Mundial y apoyados por la CICIC y el Banco de México, los investigadores estudiaron los recursos naturales para buscar sustitutos a los productos importados. Investigaron el nopal para producir una goma necesaria en la industria textil o las especies de pinos productores de resinas; para propósitos industriales, analizaron los manantiales salinos en las lagunas alcalinas como Texcoco e Ixtapan, las cuales jugaron un papel importante en el desarrollo de empresas nacionales; estudiaron los depósitos de carbón y de hierro. Todos estos trabajos se llevaron a cabo en tesis profesionales.

Antonio Madinaveita había estado desarrollando investigación básica en la fitoquímica y en 1948 Syntex le propuso llevar a cabo investigaciones sobre los esteroides, hecho que tuvo un impacto directo en la promoción de la organización de la investigación dentro del Instituto de Química. A continuación se analizan estos impactos en la investigación en el IQ.

Syntex, creada en 1944, fue la primera compañía mundial que produjo los esteroides a nivel industrial (Pereira, 1956; Lida y Matesanz, 1990; Herrán, 1994; Murphy, 1994). En 1945 sus fundadores –químicos de Estados Unidos, México y Europa– lograron la producción de la progesterona, una hormona esteroide que era investigada por sus efectos terapéuticos. Fue extraída de la planta dioscórea, llamada popularmente en México, "cabeza de negro". Desde 1934, en Europa la progesterona se extraía del ganado vacuno en cantidades muy bajas y a precios muy altos. En 1940 Russel Marker, un químico estadounidense, descubrió esta planta mexicana, una enredadera endémica de México en el estado de Veracruz, cuando investigaba las plantas esteroides que contienen sapogeninas, compuestos de una estructura molecular muy similar al colesterol[14] y a partir de los cuales se pueden producir esteroides. A partir de este descubrimiento, Russel Marker fundó, junto con otros químicos, Somlo y Lehman –mexicanos propietarios del laboratorio Hormona, dedicado a la producción de hormonas esteroides a partir de extractos animales–, la compañía Syntex en México para producir la progesterona en grandes cantidades y a precio muy bajo (Syntex, 1967).

[14] La diosgenina tiene una ventaja en relación al colesterol, a partir del cual se fabricó la progesterona. Desde 1934 el colesterol produjo dos intermediarios que luego podrían transformarse en productos comerciales, mientras que la diosgenina, al contrario, dio solamente un producto intermediario, el 16-D, a partir del cual los químicos podían acceder a casi todos los otros esteroides farmacéuticos interesantes. Syntex se volvió así un proveedor de hormonas de muchas empresas farmacéuticas en los Estados Unidos y en Europa fabricando productos utilizados en la terapia humana. Véase Syntex (1967: 43).

Russel Marker encontró los recursos humanos y la infraestructura científica en el Instituto de Química para llevar a cabo la síntesis de hormonas esteroides extraídas de plantas y la síntesis de nuevas moléculas con características iguales a las hormonas esteroides humanas, para producirlas a nivel industrial. Syntex creó su departamento de investigación y lo equipó con aparatos de vanguardia. Se formaron grupos de investigadores, cada uno dedicado a un asunto específico y responsable de su laboratorio; cada grupo tenía un jefe responsable del proyecto de investigación, que a su vez supervisaba a los investigadores (Reyes, 1998).

Esta colaboración atrajo tanto a investigadores del IQ, como a estudiantes del doctorado en química orgánica, ya que al estudiar la química de los esteroides lograban obtener las siguientes oportunidades: a) dedicarse a la investigación de tiempo completo, con un sobresueldo: entre ellos los más conocidos fueron Octavio Mansera, José Iriarte, Jesús Romo Armería y Luis Miramontes; b) trabajar con sustancias nuevas, equipo nuevo y procedimientos, tales como el microanálisis, la síntesis química, el desarrollo de métodos analíticos, la cromatografía,[15] la espectrografía infrarroja, IRM, etc., y c) abrirse a un nuevo campo de investigación, la química de sustancias naturales, campo en el que se logró reunir 55 especies de dioscórea y otras 20 mil plantas en la estación y en el jardín experimental construido en Veracruz. A partir de la década de 1950 la compañía comenzó a estudiar agentes anabólicos (estimuladores para la síntesis de proteínas). En 1958 se sintetizó un derivado de la testosterona, el oximetalón, que además fue vendido en el mercado, a partir de 1960, como un medicamento efectivo contra la delgadez crónica y, la síntesis de corticoides, antiinflamatorios y progesteronas nuevas, que tuvieron gran aceptación por su eficacia en el tratamiento de problemas de menstruación y abortivos, tales como los antiovulantes.

De esta manera el IQ participó en la producción de cuatro hormonas esteroides generadas naturalmente por el cuerpo humano: los andrógenos, los estrógenos, las progesteronas y los corticoides (tal como la cortisona, la medicina milagro que combate la artritis reumática, cura las alergias y otras enfermedades inflamatorias)[16] y sobre todo, uno de los descubrimientos más importantes del siglo XX: la píldora anticonceptiva.[17]

[15] La cromatografía sobre papel, técnica de separación y de identificación de compuestos de un mezclado de sustancias químicas descubiertas por los doctores Martin y Synge –quienes lograron el Premio Nobel– estudiando la composición de proteínas, se aplicó a los esteroides por el doctor Alejandro Zaffaroni, bioquímico de la Universidad de Rochester en Inglaterra, responsable del departamento de biología de Syntex desde 1951. Véase Syntex (1967: 44).

[16] Aunque muy rápido se demostró que la cortisona adulteraba el metabolismo produciendo, además, hipertensión y otros efectos segundarios.

[17] En 1951 Rosenkranz y su grupo logró la 19-nor-progesterona. Luego, con Djerassi, lograron los derivados de esta molécula cuyo esteroide más importante, la estirona alemana, la 19-nor-estiterone, primera sustancia farmacéutica sintética fabricada por Syntex y patentada el 15/10/1951.

La colaboración entre el IQ y Syntex se dio en tres etapas importantes: a) la síntesis de sustancias específicas, de estructura molecular y actividad biológica conocidas;[18] b) la producción de los nuevos compuestos esteroides para estudiar su actividad biológica y determinar los posibles usos terapéuticos y, c) el análisis de los mecanismos de acción de los esteroides y otros compuestos químicos en humanos y animales (Lagos, 1962; Lomnitz-Adler, 1995).

La colaboración con Syntex permitió también la creación de una revista especializada, el *Boletín del Instituto de Química*. El primer trabajo del IQ fue un artículo escrito por Fernando Orozco y Antonio Madineveita, publicado en los *Anales del Instituto de Biología de la UNAM* y que trataba sobre las lagunas alcalinas. Posteriormente, se publicaron otros trabajos en diferentes revistas, tales como *Ciencia* y *Anuario de la CICIC* en México y *Anales de física y química* en España. Aún no existía una revista sobre la química practicada en México, pero en 1945 gracias al financiamiento de la CICIC, Orozco lanzó la publicación del *Boletín del Instituto de Química*. Sin embargo, no tuvo éxito, ya que en ese momento había más preocupación por la formación de los recursos humanos en este campo.

Después de la primera edición publicada en diciembre de 1945 y la segunda al año siguiente, la revista desapareció. Hasta 1951, gracias al apoyo de *Syntex* se inició nuevamente la publicación de la revista con artículos traducidos de autores extranjeros y artículos elaborados en México. Entre 1951 y 1952 se publicaron 118 artículos originales y 63 traducciones. En 1963, la editorial decidió ya no publicar traducciones y en 1969, el boletín se dividió en dos secciones: la primera, que publicaba trabajos originales y la segunda, que publicaba comentarios

Luego Luis Miramontes fabricó la 19-nor-17alfa-etilnilestosterona. Posteriormente, Syntex empezó a producir la norentindrona a partir de 1956. Para Syntex se abrió un nuevo campo de investigación (Syntex, 1967).

[18] Hay que tomar en cuenta el hecho de que Miguel Alemán, una vez en el poder, apoyó la idea de que la economía mexicana tenía que sustentarse en la explotación y la valorización de sus recursos naturales, para desarrollarse. Por eso el gobierno apoyó mucho a Syntex. Al inicio, el gobierno permitió a Syntex la cosecha y acopio del barbasco y después el establecimiento de decretos para regular las tarifas de exportación de los productos generados por las otras empresas. El Estado limitó las actividades de las empresas competidoras, rechazando todas las solicitudes de las otras empresas de autorización para la recolección del barbasco, lo que permitió a Syntex conservar el monopolio de utilización. Para ello se publicaron dos decretos presidenciales que establecía tarifas prohibitivas para la exportación de los productos más importantes de las otras empresas (Syntex, 1967: 52-53). Syntex es visto como un modelo para las otras empresas mexicanas, para transformar a México en un país industrializado, en dos formas: de manera activa en el mejoramiento de la química y mediante el impulso a la investigación en química en las otras instituciones de educación superior. Por lo anterior, Syntex participó de manera muy activa en la formación de estudiantes de la UNAM y del IPN. En 1950, 15 estudiantes de estas instituciones prepararon sus tesis bajo la dirección de los laboratorios Syntex (1967: 54).

sobre diferentes trabajos. Hasta 1959 los científicos que trabajaban en Syntex habían publicado más artículos acerca de los esteroides que en cualquier otra institución del mundo.[19]

2.4. Consolidación de la autonomía de la química (1965-1970/1980)

2.4.1. Desconcentración institucional y diversificación de la investigación en la química (1965-1970)

Durante esta etapa se gestó un movimiento de consolidación de la autonomía de la química como disciplina, gracias a la diversificación de temas de investigación en química y al establecimiento de una política científica en el país.

A partir de 1961, el rector Chávez, quien tenía el proyecto de ofrecer la Universidad a la élite científica e intelectual del país, estableció una legislación nueva, cuyo propósito era convertir a los institutos en espacios para la investigación en la universidad.[20] Eliminó la plaza de investigador en las facultades, elevó los sueldos para "la satisfacción económica necesaria para el hombre de ciencia dedicado a la investigación" (Domínguez y Ramírez, 1993) y otorgó presupuestos para la compra de equipos de laboratorio. Así, se creó en 1965 la División de Estudios Superiores (más tarde División de Posgrados), transformando la Escuela de Ciencias Químicas en la Facultad de Química, con la consecuente creación del grado de doctorado. Consecuentemente, se abrieron nuevos departamentos que trabajaron sobre otros temas, además de la química orgánica: la química inorgánica principalmente, la bioquímica, la ingeniería química, la física química teórica y experimental y la química cuántica.

Con la creación de otros institutos de investigación en química en otras instituciones y regiones del país, se reforzó la diversificación de los temas en la química: a) el Departamento de Química del CINESTAV en 1965: el reto fue preparar profesores para las escuelas de Química y expertos para las industrias

[19] A fines de la década de 1950, Syntex sabía producir sustancias activas en el uso farmacéutico, a partir de los derivados de la diosgenina, reproduciendo de manera idéntica las hormonas naturales o reproduciendo sustancias sintéticas relevantes para la terapia humana. Gracias a estos descubrimientos el papel de Syntex fue central en la industria farmacéutica. Los resultados más importantes de Syntex de 1948-1981 fueron: publicación de 1.379 resultados; en 1966, había en Syntex una colección de 13.000 compuestos producidos para ella, fabricación de antiovulatorios, de reumatoides, dermatológicos y de prostaglandinas. Véase Murphy (1994).

[20] "[…] en la disposiciones dictadas por el Consejo Universitario del 10 de abril 1962, ordenamos que la actividad académica de los investigadores universitarios se desarrolle en los institutos y que su asunto sea las condiciones y los problemas nacionales. De esta manera la investigación reside en una estructura diferente de las facultades y escuelas; a partir de esta fecha, partir del día de hoy, la actividad universitaria debería realizarse en las estructuras especializadas e independientes" (Carrillo Prieto, 1996: 81).

químicas. Se desarrollaron la química cuántica, la electroquímica, la catálisis homogénea y heterogénea, la espectroscopia, los complejos inorgánicos, la química de las superficies, la química de los compuestos boro-fosforados, etc. (García-Colín, 2001: 123-127); b) la creación de nuevas líneas de investigación en la Escuela de Ciencias Biológicas, en el Instituto Politécnico Nacional; c) la Escuela de Ciencias Químicas en Puebla[21] en 1963; d) investigación aplicada en el Instituto Mexicano del Petróleo, en el campo de la petroquímica (catálisis, polímeros y fertilizantes), a partir de 1966 y, e) más tarde, se creó, en 1974, el Departamento de Química de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Iztapalapa, que desarrolló la química cuántica, la electroquímica y la catálisis (véanse García-Colín, 1983; y Ruiz *et al.,* 1986).

2.4.2. Química y política de la ciencia en la década de 1970

A partir de 1970, la política mexicana se caracterizó por un discurso nacionalista, que proponía reducir la dependencia económica del país, como ya se ha explicado más arriba. Se sugirió una relación entre el Estado y el capital privado nacional como un medio para superar los desbalances y la ineficacia del sector productivo y así proteger al país de los intereses privados y extranjeros.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), creado en 1970, tuvo entre sus principales funciones durante esta década: a) la capacitación de profesionales altamente calificados, a favor de la ingeniería y las ciencias agrícolas y sociales; b) el desarrollo de programas de investigación ligados a los alimentos, la explotación de recursos minerales y del mar, los sectores agrícola y de bosques, la ecología, la demografía y la salud; c) la evaluación conjunta de las actividades tecnológicas y científicas entre la comunidad científica y los oficiales del CONACYT y, d) la descentralización de las actividades científicas.

En el campo de la química, una las principales decisiones de CONACYT durante su primera década fue la creación del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) en Saltillo, Coahuila, en 1976, como parte del programa de descentralización de la ciencia iniciado en este período, para reforzar la infraestructura y capacitar a recursos humanos. En 1971, el CONACYT y la Comisión Nacional de Zonas Áridas formularon un proyecto mediante el cual se empezaron a patrocinar proyectos relacionados con la investigación en dichas zonas. Principalmente, el estudio del guayule recibió el mayor apoyo, proyecto que se convierte en el CIQA en la fecha mencionada (CONACYT, 1998: 481-513). Desde 1974 fue un centro dedicado al estudio de polímeros y plantas del desierto. En

[21] Después que se creó en esa entidad federativa la carrera de químico farmacéutico biólogo, en 1939, la Escuela de Ciencias Químicas se transformó en 1944 en la Facultad de Ciencias Químicas, que incorporaría los posgrados en la década de 1970.

1984 el centro reorientó su actividad hacia un Centro de Desarrollo Tecnológico para apoyar al sector productivo nacional, dentro del "Programa Nacional de Desarrollo de la Industria Petroquímica" (monómeros, polímeros, plásticos, hules y especialidades químicas) (*ibid*.: 482).

3. Conclusiones

En este artículo se ha dado cuenta que, históricamente, la industria extractiva y la modernización industrial basada en la petroquímica fueron los principales impulsores del desarrollo económico. Sin embargo, también se ha demostrado que la actividad de investigación química no surgió de estos eventos, ni jugó un papel principal en el apoyo al desarrollo de la industria química. Es decir, la industria química nacional, que surgió en las décadas de 1940 y 1950, se sustentó principalmente en la actividad de los químicos profesionales, muchos de los cuales adquirieron experiencia técnica. Sin embargo, este sector no había incorporado formalmente a la investigación como un ámbito de importancia para la generación de conocimiento aplicado y de desarrollo tecnológico.

Fue en el campo de la química de los esteroides, que se inicia en los años cuarenta, impulsada por el sector industrial, donde la investigación fue utilizada como una estrategia para el desarrollo industrial, como factor de inversión, lo cual permitió la construcción de un *nicho de anticipación* para la química en el México del siglo xx.

Este análisis ha mostrado que:

a) La investigación no se dio como una respuesta académica ante la demanda tradicional del Estado.

b) Tampoco es el resultado del retiro del Estado. De hecho, los esfuerzos de este, a partir de la creación de la Escuela de Ciencias Químicas, se concentraron en proveer una infraestructura y recursos humanos a favor del desarrollo industrial. Posteriormente, el Estado jugó un papel importante al crear una política científica que permitiera el apoyo de 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 de la consolidación de la autonomía de la actividad científica: la química.

c) Los químicos, a diferencia de los biólogos y los físicos, no jugaron, en el período considerado, un papel protagónico en la definición de políticas de ciencia y tecnología a nivel gubernamental. Sin embargo, han sido los químicos, a diferencia de los biólogos y los físicos, quienes desde los años cuarenta o antes, impulsaron y pusieron en práctica una fuerte interacción entre los sectores productivos y la academia, inicialmente desde las empresas estatales y posteriormen-

te desde las privadas. Pero esta relación se construyó más en torno al campo profesional de la química, que en relación con la investigación científica.

Al definir la posición de los conocimientos científicos y tecnológicos en los proyectos políticos, a partir de los años cuarenta, se analizó la interacción de estas representaciones entre los sectores académicos y productivos, que fue lo que condujo a la institucionalización de la química como una disciplina y campo de conocimiento al final de la década de 1960. A pesar del dinamismo alcanzado por la industria química hacia fines de los años sesenta, este estuvo basado en la explotación de materias primas, abundantes y a buen precio, una tecnología bien seleccionada, y una planeación rigurosa de la empresa, estudiando con mucho cuidado y detalle el mercado internacional para sus productos (Giral *et al.,* 1978: 16). Las empresas químicas nacionales no se caracterizaron por el desarrollo propio de tecnología y, si bien se hizo una buena selección de la que existía en el mercado, esto no favoreció el proceso de innovación endógeno que se requería para construir capacidades tecnológicas y conocimiento propio. Tal como lo argumentan Giral *et al.* (1978), el desarrollo innovativo de la tecnología química es muy costoso y de alto riesgo. Al finalizar los años sesenta el gobierno no había desarrollado una estrategia para impulsar la investigación en este campo, ni en general la investigación científica y tecnológica en el país.

Así, tomando en cuenta los asuntos locales e internacionales, la interacción entre la academia, el sector productivo y el Estado permitió mostrar que el requerimiento para el desarrollo de un campo de investigación no solo implica las relaciones entre asuntos sociales, económicos y políticos de un país, sino también es necesario desarrollar un nicho científico anticipatorio.

En este trabajo se ha mostrado que el gobierno no jugó un papel relevante, ni directo en el desarrollo de la química como campo científico, aunque sí impulsó el desarrollo de la industria química, sobre todo en los años cuarenta y cincuenta, factor que más tarde permitiría integrar a esta industria con el medio académico. Por lo tanto, es en este medio en el que se desarrolló la química como campo científico y en el que también adquiere su autonomía y consolidación.

El fuerte desarrollo estatal de la industria química no estuvo acompañado por un apoyo gubernamental relevante, ni directo en el desarrollo de la química como campo académico y científico, aunque sí se impulsó la educación a nivel técnico superior y superior en este campo, lo que permitiría construir una cierta integración entre la industria química nacional y el medio académico. El período histórico que se consideró en este artículo fue definitivo en la gestación de este proceso, que se vio interrumpido en 1982 por la crisis económica, aunque varias empresas químicas lograron sobrevivir, como lo sostiene Pozas (2002).

Este análisis ha revelado la importancia que reviste la consideración de un contexto histórico único y específico para explicar la institucionalización de un campo

científico. También ha sido sugerente para entender los discursos políticos de una gran parte de los líderes del país, que expresan la necesidad de incrementar y fortalecer las interacciones entre la academia y los sectores productivos. Sin embargo, la perspectiva socio-histórica aplicada como enfoque al análisis del desarrollo de la química, devela las características socio-estructurales que afectan y limitan las condiciones actuales de la química en México.

Referencias

"Cinco lustros de existencia" (1965), *Boletín del Instituto de Química,* XVII: 83.

"Homenaje a Madinaveita", *Revista de la Sociedad Química de México,* 24 (4): 159.

Aceves, P. (ed.) (1996), *Farmacia, historia natural y química intercontinentales. Estudios de la historia social de las ciencias químicas y biológicas*, México, UAM-Xochimilco.

—— (ed.) (2000), *Construyendo las ciencias químicas y biológicas. Estudios de historia social de las ciencias químicas y biológicas*, México, UAM-Xochimilco.

Bensaude-Vincent, B. e I. Strengers (1993), *Histoire de la chimie*, Paris, La Découverte.

Carpizo, J. (1987), *Cincuentenario de la autonomía de la Universidad Nacional de México*, México, UNAM.

Carrillo Prieto, I. (1996), *El personal académico en la legislación universitaria*, México, UNAM.

Casas, R. (1985), *El Estado y la política de la ciencia en México: 1935-1970,* México, Instituto de Investigaciones Sociales, México, UNAM.

CONACYT (1998), *Historia de las Instituciones del Sistema SEP-CONACYT*, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Díaz y de Ovando, C. (1994), "En torno a la Ciudad Universitaria", *Filosofía y Letras, Boletín,* (2): 2-6.

Domínguez, R. y C. Ramírez (1993), *El Rector Ignacio Chávez. La Universidad Nacional entre la Utopía y la realidad,* México, UNAM.

Estrada, H. (1983), *Historia de los cursos de posgrado en la UNAM,* México, UNAM.

Fernández, H. G. (1985), *Historia de una Facultad de Química 1916-1983*, México, UNAM.

García-Colín, L. (2001), "El desarrollo de la química en México, físico-química y áreas afines", *Revista de la Sociedad Química de México,* 45 (3): 123-127.

—— (1983), "El sistema nacional de investigación y desarrollo", *Revista Mexicana Física,* 309 (29).

Garritz, A. (ed.) (1991), *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, México, Facultad de Química-UNAM.

—— y J. A. Chamizo (1989,1995), *Del tequesquite al ADN,* México, Fondo de Cultura Económica.

Giral, F. (1994), *Ciencia española en el exilio (1939-1989),* Barcelona y Madrid, Anthropos.

Giral, J., S. González y E. Montaño (1978), *La industria química en México*. México, Redacta.

Herrán Arellano, J. (1967), "Desarrollo nacional de la química pura y aplicada", *Reunión Nacional de Ciencia y Tecnología,* vol. 3, México.

Herzog, J. S. (1974), *Una historia de la Universidad de México y sus problemas,* México, Siglo XXI.

Huerta, A. M. (1995), "Estudios históricos y sociales de las ciencias químicas y biológicas", *Universidad Autónoma Metropolitana*, N° 2 y 3.

Kleiche-Dray, M. y R. Casas (2007), "Universidad/laboratorio/sectores productivos: la construcción de la comunidad de Químicos en México. Perspectiva sociológica e histórica", 1er Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, CTS + I, Sección 13, Universidad, Empresa e Innovación, México.

Lagos, O. M. d. S. (1962), "Estudio económico de la industria químico-hormonal", tesis de licenciatura, México, Escuela Nacional de Economía, UNAM.

Landesmann Miklos, M. (1997), "Identitiés Académiques et Générations. Le cas des enseignants de biochimie de l'Université Nationale Autonome du Mexique (UNAM)", doctorat es Lettres et Sciences Humaines, option Sciences de l'Education, Lettres et Sciences Humaines, Nanterre, Université de Paris X-Nanterre.

Landry, A. S. *et al.* (1960), "Comisión Iberoamericana de Normalizaciones" *Revista de la Sociedad Química de México,* IV (4): 140-142.

Lida, C. E. y J. A. Matesanz (1990), "El Colegio de México: una hazaña cultural. 1940-1962", *Jornadas,* 117, México.

Lomnitz-Adler, C. (1995), *Las salidas del Laberinto*, México, Joaquín Mortiz-Planeta.

Martín del Campo, M. (1985), *Industrialización en México. Hacia un análisis crítico*, México, El Colegio de México.

Mateos, J. L. (2001), "La división de Estudios de Posgrados de la Facultad de Química de la UNAM. 35° Aniversario", *Revista de la Sociedad Química de México*, 45 (3): 99-101.

Montiel-Reyes, D. (1998), "La División de Investigación de Syntex, S.A. de C.V, un caso de red científica y tecnológica", tesis de Maestría, México, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora.

Murphy, W. B. (1994), *Science Serendipity. A half century of innovation at Syntex*, Nueva York, The Benjamin Company, Inc.

Nafin y Cepal (1971), *La política industrial en el desarrollo de México*, México, Nacional Financiera y Comisión Económica para América Latina.

Ndiaye, P. (2001), *Du nylon et des bombes. Du Pont de Nemours, le marché et l'Etat Américain*, *1900-1970*, París, Belin.

Olivares, J. P. (2001), "Génesis de una Facultad", *Revista de la Sociedad Química de México*, 45 (3): 106-114.

Orozco, F. D. (1945), *Boletín del Instituto de Química*, 1(1): 5.

Perea, A. E. (ed.) (2000), *Exilio Español y ciencia mexicana. Génesis del Instituto de Química y del laboratorio de Estudios Médicos y Biológicos de la Universidad Nacional Autónoma de*

México (1939-1945), México, El Colegio de México-UNAM, Colección Testimonios.

Pereira, F. G. (1956), *Productos químicos y farmacéuticos*, México, Atlante.

Pérez-Miravete, A. (1984), *50 Años de investigación en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas,* Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México, IPN.

Pestre, D. (1992), *Physique et physiciens en France 1918-1940*, Francia, Des archives contemporaines.

Pestre, D. (1995), "Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques", *Annales, Histoire, Sciences Sociales*, (50): 1417-1453.

Pozas, R., (ed) (1990), "La Universidad como diversidad", *Universidad Nacional y Sociedad,* México, UNAM.

Pozas, M. A. (2002), *Estrategia internacional de la gran empresa mexicana en la década de los noventa*, México, El Colegio de México.

Rosenblueth, I. (1980), "Dependencia tecnología e involución profesional: la industria y la ingeniera química en México", *Estudios de Historia y Sociedad*, 1 (1): 35-90.

Ruiz, L. *et al.* (1986), "Diagnóstico y análisis de la química en México", *Ciencia y Desarrollo,* 68, enero-febrero: 35-42.

Sábato, J. y M. Mackenzie (1982), *La producción de tecnología: autónoma o transnacional,* México, Nueva Imagen.

Sandoval, A. L. (1970), "Mirada al origen del Boletín 20 años después de publicación ininterrumpida", *Boletín del Instituto de Química*, vol. 22: 3-5.

Snoeck, M. (1986), *La industria petroquímica básica en México 1970-1982*, México, El Colegio de México.

Silva Herzog, J. (1974) *Una historia de la Universidad de México y sus problemas*. México, Siglo XXI.

Syntex (1967), *Una corporación y una molécula. Historia de la Investigación en Syntex*, Cuernavaca, Litoarte.

Trabulse, E. (1994), *Historia de la ciencia en México*, México, Fondo de Cultura Económica.

Wolfson, I. (1999), "Breve historia de la Facultad de Ciencias Químicas", *Gaceta Histórica de la BUAP,* año 2, N° 6.

Artículo recibido el 10 de octubre de 2007.
Aceptado para su publicación el 29 de agosto de 2008.