



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

Desarrollo Histórico de la Educación Química en México en las Instituciones de Educación Superior.

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICO

PRESENTA:
RODRIGO JAVIER COCINA ALARCÓN



EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUÍMICA



MÉXICO, D.F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Jurado asignado:

Presidente	Prof. Andoni Garritz Ruiz.
Vocal	Prof. Pilar Montagut Bosque.
Secretario	Prof. José Antonio Chamizo Guerrero.
1er. Suplente	Prof. Plinio Jesús Sosa Fernández
2º. Suplente	Prof. María Isabel Gracia Mora.

Sitio en donde se desarrolló el tema: Facultad de Química.

Nombre completo y firma del asesor del tema: Q. Pilar Montagut Bosque

Nombre completo y firma del sustentante: Rodrigo Javier Cocina Alarcón.

Entrego a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo (excepcional)

NOMBRE: Rodrigo Javier

Cocina Alarcón

FECHA: 14/06/2004

FIRMA: 

A mis padres.

Desarrollo Histórico de la Educación Química en México en las Instituciones de Educación Superior.

Índice.

Introducción.	6
Objetivo.	8
1. La Educación Química Durante el Período Colonial y el México Independiente.	9
1.1 Desarrollo de la Química en el Real Seminario de Minería.	9
1.2 Desarrollo de la Farmacia Durante el Siglo XIX.	16
2. Inicios Formales de la Educación Química en México.	24
2.1 Fundación de la Primera Escuela de Química en México (1913–1919).	24
2.2 Consolidación de la Escuela de Química y Farmacia (1920–1937).	31
3. Expansión de la Educación Química en México.	41
3.1 Inicios de la Expansión de la Educación Química en México. Inicios de la Educación Química en algunas Universidades del Interior de la República Mexicana (1928–1940).	41
3.2 Contribuciones del Exilio Español a la Investigación Química. Primera Etapa del Instituto de Química (1930–1963).	46
3.3 La Química en el Instituto Politécnico Nacional (1930).	48
3.3.1 Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB).	50
3.3.2 Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE).	52
3.3.3 Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI).	56
3.4 Desarrollo de las Carreras Impartidas por la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (1940).	58
3.5 La Privatización de la Educación Química Bajo la Dirección de los Egresados de la Escuela de Química de Tacuba (1940).	73
3.6 La Química en los Institutos Tecnológicos (1948).	79
3.7 Hacia la Consolidación de la Investigación Química en México (1960).	89
3.8 Desarrollo de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (1972).	99
3.9 Creación de la Universidad Autónoma Metropolitana y de las Unidades descentralizadas de la UNAM (1974).	103
4. Actualidad de la Educación Química en México (1980–2003).	108
4.1 Actualidad de la Educación Química en México.	108
4.2 Breve Análisis de las Carreras Químicas en el Ámbito Nacional.	115
4.2.1 Química.	115
4.2.2 Ingeniería química.	118
4.2.3 Ingeniero químico metalúrgico.	121

4.2.4	Químico farmacéutico biólogo.	124
4.2.5	Química en alimentos.	126
Conclusiones.		128
Referencias Bibliográficas.		134
Referencias Electrónicas.		140
Anexo.		143
Breve Análisis de los Programas de estudio de las Carreras Químicas Impartidas por Diferentes Instituciones de la República Mexicana.		143

Desarrollo Histórico de la Educación Química en México en las Instituciones de Educación Superior.

Introducción.

Este proyecto de tesis apenas aborda uno de los tópicos necesarios para comprender el desarrollo de la educación química en México, es decir su desarrollo meramente histórico; para poder abordar totalmente este vasto tema tendrían que hacerse, cuando menos otros tres estudios: Desarrollo estadístico de la educación química en México, Educación química e investigación en México, Educación Química e industria en México.

El objetivo del proyecto fue hacer un estudio del desarrollo histórico de la educación química en las instituciones de educación superior, a fin de rescatar las aportaciones más importantes de cada periodo para el desarrollo nacional.

Para ello se hizo un estudio histórico considerando, en lo posible, que la evolución histórica de las carreras del campo de la química que ha estado asociado a cuatro factores importantes, que son: el modelo de desarrollo económico seguido por el país, la fuerte expansión del sistema de educación superior de la década de los setenta, los avances debidos a la revolución científica y tecnológica y los avances de la teoría química y de los métodos fisicoquímicos¹. Sin embargo, la partición del proyecto se hace con el estudio de los acontecimientos o instituciones más importantes del periodo, por ejemplo: Expansión de la Educación Química, Inauguración de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas de Tacuba, del Instituto Politécnico Nacional, desarrollo de la Facultad de Química de la UNAM, etc. culminando el estudio de cada periodo hasta la actualidad, para después iniciar el siguiente capítulo continuando sobre la línea del tiempo, y una vez más estudiar su desarrollo hasta la actualidad.

La Tesis está dividida en cuatro capítulos, el primero de ellos trata sobre la educación química durante la colonia y el México independiente, destacando al Real Seminario de Minería y a la carrera de Farmacéutico impartida por el Colegio de Medicina, por ser

instituciones que tuvieron un impacto internacional, pero más aún porque fueron trascendentales para el desarrollo nacional. El segundo capítulo trata los inicios formales de la educación química en México, con la creación y consolidación de la primera escuela de química de la nación, la Escuela Nacional de Química Industrial, hoy día Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. El tercer capítulo, trata sobre la expansión educativa, abordando varios temas como son la creación de las carreras químicas en el interior de la república, la apertura de nuevas opciones educativas complementarias a la UNAM, el inicio de la investigación química y su desarrollo. El último capítulo es un estudio sobre la actualidad de la educación química, que contiene un estudio complementario de la actualidad de las áreas químicas correspondientes con las carreras ofrecidas por la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.

¹ Topete, Carlos, "Currícula y matrícula en las carreras de química", en Garritz Ruíz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 489.

Objetivo.

- Realizar un estudio del desarrollo histórico de la educación química en México en las instituciones de educación superior, a fin de rescatar las aportaciones más importantes de cada periodo para el desarrollo nacional.

Capítulo 1.

La Educación Química Durante el Período Colonial y el México Independiente.

1.1 Desarrollo de la Química en el Real Seminario de Minería.

En las colonias americanas la química empírica cuenta con antecedentes que se remontan al siglo XVI al estar asociada a actividades como la metalurgia, la mineralogía, la geografía, la alimentación, la medicina y la industria. Sin embargo, su desarrollo sistemático y transformación en saber escolar aconteció en la segunda mitad del siglo XVIII. En esto la prensa jugó un papel muy importante (un ejemplo muy claro de ello es la revista Mercurio Volante) porque divulgó obras de químicos y temas de ciencia que, además de actualizar los estudios, permitió difundirlos con lo que se generaron las condiciones necesarias para exigir la institucionalización de su estudio.

Desde el Imperio, Carlos III, trazó un vasto plan para llevar técnicos y expertos que promovieran la minería en la Nueva España, fuertemente influenciado por Francisco Javier de Gamboa (1717-1794) quien comprendió que era necesaria una revisión del estado en que se hallaba la industria minera de la colonia, desde el punto de vista histórico, científico, legal y jurídico. Este importante personaje escribió sus *Comentarios a las Ordenanzas de Minas* (1761) que son un verdadero tratado histórico y técnico de la minería y del beneficio de los metales. Ello permitió que, para 1774, los propietarios de minas de la Nueva España solicitaran, para su mejor organización, que se creará un *Tribunal de Minería*. Pidieron, además, que se fundará en la ciudad de México un Colegio o Seminario Metálico con el propósito de preparar individuos para el laboreo de las minas, así como el beneficio de los metales, sobre todo para que los minerales pobres que de ordinario eran desechados, pudiesen ser aprovechados y que, en el beneficio de la plata, el empleo de mejores métodos, disminuyese su desperdicio.²

Así, el 1 de julio de 1776, se originó una Real Cédula por medio de la cual se ordenó la erección en México de un *Real Tribunal General de la Minería*, autorizado para crear un

banco de avíos cuyos fondos deberían ser aplicados al fomento de las minas y el sostenimiento de un *Colegio Metálico*. Don Joaquín Velázquez Cárdenas y Don Juan Lucas de Lasaga fueron quienes prepararon un primer proyecto para la organización de un colegio que debería ser dirigido por un hombre sabio en las matemáticas y en la física experimental. En tal colegio se enseñarían aritmética, geometría, trigonometría y álgebra, así como hidrostática e hidráulica, areometría (ventilación de las minas) y pirotecnia (manejo de los explosivos en las minas). También se impartirían cursos de química, mineralogía y metalurgia, es decir, lo relacionado al azogue, propio de nuestra América; e incluirían lecciones de dibujo.³

Finalmente, en el año de 1792 se fundó el Real Seminario de Minería de la ciudad de México⁴, acción que trajo aparejada la formación de sendos laboratorios de física y de química. El primero de ellos contenía maquinas eléctricas modernas, balanzas hidrostáticas, bombas de aspiración, maquinas neumáticas, telescopios, microscopios y un modelo a escala reducida de la “bomba de fuego”, que incluía una pequeña caldera y los implementos necesarios para que trabajara. Además tenía una buena serie de digestores, vasos comunicantes, anemómetros, eudiómetros, aparatos de sifón, hidrómetros, termómetros, barómetros, pirómetros, barras magnéticas, lentes ópticos cóncavos y convexos, prismas ópticos, electrómetros, un balón de Priestley para convertir el aire en ácido, un condensador Volta y un aparato químico-pneumático grande de Watt, por mencionar parte del equipo⁵.

Carlos III promovería reformas que reactivarían la industria minera y, sobre todo, Nueva España contaría con la presencia de intelectuales y hombres de ciencia de la estatura de Fausto de Elhuyar, en primer término e, inmediatamente después, con Don Andrés Manuel del Río⁶. El primero de ellos, en 1797, impartiría el primer curso de química en la institución, siendo el director del plantel. Al siguiente año, lo haría con la primera versión mexicana del *Tratado Elemental de Química* de Lavoisier, hecha por Vicente Cervantes. El

² Metalurgia en la UAM: <http://www.uam.mx/difusion/otras/metalurgia/metalurgia.html>

³ Metalurgia en la UAM: <http://www.uam.mx/difusion/otras/metalurgia/metalurgia.html>

⁴ “El desarrollo de la química es de carácter empírico dado que su difusión es temprana y está vinculada a las exigencias económicas y sociales”, extraído de: Aceves Pastrana, Patricia Elena, *La química en Europa y América (siglos XVIII y XIX)*. *Estudios de la historia social de las ciencias químicas y biológicas*. México, UAM-Xochimilco, vol. 1, 1995. página 195.

⁵ Trubulise, Elias, *Historia de la Ciencia en México*, tomo I, México, CONACYT / Fondo de Cultura Económica, 1983. pp. 113-114.

⁶ Metalurgia en la UAM: <http://www.uam.mx/difusion/otras/metalurgia/metalurgia.html>

curso trataba sobre las sustancias simples y compuestas, de los sólidos, líquidos y gases y del fenómeno de la oxidación de los metales; de la disolución de estos en los ácidos, álcalis y sales y las afinidades entre unos y otros. Hacia 1801 se empleaba también la obra de J.A. Chaptal, *Elementos de la química*⁷.

El Colegio de Minería tenía 25 lugares para hijos de mineros españoles pobres, o de indios caciques, también daba instrucción gratuita a cuantos jóvenes la solicitasen, tal que los descendientes de los mineros pudieron tener acceso a una enseñanza institucionalizada, que consistía en un período de dos años de estudios que abarcaban cursos de matemáticas, física, química y mineralogía, además de francés, latín, dibujo y gramática. Una vez terminados los cursos, los futuros peritos facultativos de minas y beneficiadores de metales se trasladaban a las principales minas del país para realizar durante dos años prácticas y tesis⁸, de resultar satisfactoria, se hacían acreedores al título de Peritos Facultativos de Minas Beneficiadoras de Metales.

La cátedra de química estaba compuesta por dos partes: en la primera se impartían los principios generales y la nomenclatura de las nuevas teorías químicas elaboradas por Lavoisier; la segunda parte estaba dedicada a la docimacia y la metalurgia, aparte de un curso de mineralogía. Los libros de texto fueron el *Tratado elemental de química* de Antoine Laurent Lavoisier, los *Elementos de la química* de Jean Antoine Chaptal y *La nueva teórica y práctica del beneficio de los metales de oro y plata por fundición y amalgamación* de Joseph Garcés y Eguía y para la clase de mineralogía, *Elementos de orictognosia* de Andrés Manuel del Río⁹.

Es importante destacar que durante este período los estudiosos radicados en Latinoamérica fueron contemporáneos de los europeos, fundamentalmente por la existencia de una comunidad científica novohispana cuyo centro académico fue el Real Seminario de Minería, que logró mantener el liderazgo durante los primeros 50 años de la vida independiente de la nación mexicana, por lo que el Real Seminario de Minería formó parte

⁷ Trabulse (1983) p. 126.

⁸ Aceves Pastrana, Patricia Elena, *La química en Europa y América (siglos XVIII y XIX). Estudios de la historia social de las ciencias química y biológicas. México*, UAM-Xochimilco, vol. 1, 1995. página 228.

⁹ Aceves Pastrana (1995) pp. 228-229.

de una política de fomento a la instrucción popular, basada en las más modernas concepciones científicas y filosóficas de la época¹⁰.

En 1825 el Real Seminario de Minería se convirtió en el Colegio de Minería manteniendo, en buena parte, la planta docente y una continuidad en los planes de estudio de la época colonial a la independiente. La existencia de la comunidad científica fue la que garantizó la pervivencia de los centros académicos. En 1826 se presentó una propuesta para la modificación del plan de estudio y la prolongación a cinco años, destacando que “debía impartirse la química reducida del reino mineral y a la docimasia¹¹ que trata de los métodos con que se benefician generalmente todos los productos del subsuelo”. Dentro de los libros de texto se incluyeron *Elementos de química médica* con aplicación a la farmacia y las artes de Mateo Orfila y el *Tratado de química elemental teórica y práctica* de L.J. Thenard¹². Las carreras de Ensayador, Perito beneficiador de metales y Perito ingeniero de minas, eran las únicas que contemplaban la enseñanza de la química, comprendiendo el análisis de los minerales y su beneficio.

Ante la necesidad de educación, y para evitar la emigración de los estudiantes a la capital de la Nueva España, se establece en Guanajuato en el año de 1798 el bachillerato de ingeniería, y el 28 de febrero de 1828 se inaugura oficialmente el “Colegio del Estado”, estableciéndose la carrera de Ingeniería de minas¹³. En Nuevo León los primeros estudios de Química fueron establecidos por el Dr. José Eleuterio González, en el año de 1835, al iniciar una cátedra de Farmacia y Química en el Hospital de Nuestra Señora del Rosario¹⁴.

En la Escuela de Medicina de la capital, el Colegio de Ciencias Médicas, se creó en 1833 la cátedra de farmacia impartida por José Vargas, y se abrió la de química médica por el farmacéutico Leopoldo Río de la Loza, culminando en 1843 con la creación de la carrera de farmacia. En el interior del país, los estudios de medicina de la Universidad de Guadalajara incluyeron en su cuarto año la botánica, la química y la farmacia. Como consecuencia se fundó la Sociedad Química en 1849, pero para ese entonces la prosperidad

¹⁰ Metalurgia en la UAM: <http://www.uam.mx/difusion/otras/metalurgia/metalurgia.html>

¹¹ Docimasia: Arte de ensayar los minerales para determinar los metales que contienen y en qué proporción.

¹² Aceves Pastrana (1195). pp. 239–241.

¹³ Villagómez, Rafael y Ríos, Herculano, “Formación de recursos humanos para la industria siderúrgica”, *Revista de la Educación Superior* 18, abril–junio de 1976.

del Colegio de Minería había decaído. Ante la situación, se unificaron los planes de estudio en las carreras de Ingeniería civil e ingeniería de minas, que contaban con las siguientes especialidades: agrimensor de tierras y aguas y medidor de minas, ingeniero de caminos e ingeniero mecánico, para la primera; mientras que para la segunda las de agrimensor y medidor de minas, ensayador de platas, perito beneficiador de metales y perito facultativo de minas. Además, la modificación de los planes de estudio incluía la formación de la Escuela Práctica de Minas de Fresnillo (Zacatecas), buscando fomentar el desarrollo ingenieril del país y, así, responder a la urgente necesidad de crear mercados regionales e integrar las comunicaciones en toda la república, para poder extender la industria nacional e iniciar la explotación de otros minerales importantes para las actividades internas y para las exportaciones. Para 1853 el plan ya había logrado aplicarse parcialmente.

Uno de los logros fue la creación de la Escuela Práctica de Fresnillo que contaba con colecciones de minerales, modelos de máquinas y con un laboratorio de química, donde se realizaron diversos análisis.

Para 1857 el programa de química contenía los siguientes rubros¹⁵:

Estructura del programa de química:

- Principios generales de la química: estados de la materia, fuerzas de cohesión y afinidad química, leyes de las proporciones múltiples, y de los equivalentes químicos, teoría atómica, principios de cristalografía, alotropía, isomorfismo, isomerismo, nomenclatura y notaciones químicas, e influencia de las dinámidades en las reacciones químicas.
- Metales y metaloides: historia, propiedades, aplicaciones más notables, procedimientos de preparación, criaderos de los metales, ligas, óxidos y sales.
- Docimacia y metalurgia: procedimientos generales, métodos de separación de los metales vía seca y húmeda, métodos de beneficio de los metales y especialmente del oro y la plata.

Estructura del programa de mineralogía:

- Parte preparatoria: características exteriores de los minerales, características geométricas o cristalográficas (leyes de cristalización, simetría, sistemas de

¹⁴ Historia de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León:

<http://www.uanl.mx/facs/fcq/direccion/historia.html>

¹⁵ Aceves Pastrana (1995). pp. 246–247.

- cristalización, expresión y cálculo de los cristales, divisibilidad, elección de figura o tipo), características físicas (peso específico, doble refracción, polarización, fosforescencia, electricidad, magnetismo), composición de los minerales (análisis, fórmulas químicas y mineralógicas), clasificación, caracteres generales y nomenclatura de las clases, órdenes, familias, géneros, etc.
- Parte práctica: aplicación de los principios precedentes a la determinación de los minerales; la teoría de las vetas y el arte de las minas.

En 1857 se seguían impartiendo materias de química en otras escuelas, en la de medicina continuaban las de química y la de farmacia y, en la de agricultura, Leopoldo Río de la Loza daba la cátedra de química, y más adelante asumiría el cargo de profesor en la Academia de Bellas Artes de San Carlos y en la Escuela Nacional Preparatoria (fundada en 1867)¹⁶.

En 1860, Patricio Murphy fue nombrado director interino del Colegio de Minería, quien continuaría a cargo cuando en 1865 cambiara su nombre a Escuela Imperial de Minas. Los cursos abarcaban: matemáticas, física racional, mecánica industrial, física experimental, química inorgánica, mineralogía, docimacia y análisis químicos, botánica, zoología, conchología, geología, paleontología, astronomía práctica, dibujo, delineación, topografía, geodesia, principios de construcción y clases de francés, inglés y alemán. El programa de estudios del Colegio del Estado de Guanajuato era muy parecido.

Una vez que se restauró la República, el Colegio de Minería comenzó a alejarse de la química, cuando por decreto se transformó en la Escuela Especial de Ingenieros (1867), hasta convertirse en 1884 en la Escuela Nacional de Ingenieros, institución que se unió a la Universidad Nacional de México para dar lugar a la actual Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.¹⁷

¹⁶ Río de la Loza, Leopoldo, La agricultura y la veterinaria en la nación mexicana, en *Escritos de Leopoldo Río de la Loza*, compilados por Juan Manuel Noriega, México. Imprenta de Ignacio Escalante, 1911. Pp. 283-450; Robles Pezuela Luis, *Memoria presentada al emperador por el ministro de fomento Luis Robles Pezuela de los trabajos ejecutados en su ramo en 1865*, México, Imprenta de J.M. Andrade y F. Escalante, 1866.

¹⁷ Garriz Ruiz, Andoni (Compilador), *Química en México (ayer, hoy y mañana)*, México, Facultad de Química, UNAM, 1991. Página 74.

Desde la fundación del Real Seminario de Minería, la enseñanza y la aplicación de la química se orientaron hacia la obtención y producción de los metales y otros productos importantes en la industria minera, restringiendo las áreas de interés a la química general, metalúrgica y mineralógica, así como a los análisis cualitativos y cuantitativos. Sin embargo, los programas muestran una continuidad sorprendente ya que se fueron adaptando tanto a los avances de la disciplina, como a los proyectos del Estado. Por otro lado, los campos de química vinculados a la farmacia también tuvieron un avance significativo, especialmente si se considera el desarrollo de una farmacopea mexicana, y la evolución del estudio de la misma, que día a día la alejaba más del estudio de la medicina y la acercaba más al estudio de la química, creando personalidades muy bien preparadas y capaces de contribuir al desarrollo de la nación por medio de la educación e industrialización del país. Después de todo, la química ya se había impuesto como un saber imprescindible para la satisfacción de las necesidades humanas y el desarrollo social¹⁸.

¹⁸ Aceves Pastrana (1995). pp. 256.

1.2 Desarrollo de la Farmacia en México Durante el Siglo XIX.

Recordando, el desarrollo de la química en el periodo colonial estuvo fuertemente vinculado a los aspectos prácticos de dicha ciencia, en particular a la metalurgia, a la farmacia y a diversas industrias tales como el jabón, la pólvora, el vidrio y la elaboración y conservación de alimentos. Mas, con la fundación del Real Jardín Botánico de la Nueva España, en 1796¹⁹, dos corrientes del pensamiento científico internacional se instituyeron: el estudio de los vegetales de acuerdo con Linneo y las nociones de Química moderna tomando como base las nuevas teorías y nomenclaturas de Lavoisier. Por esa época el estudio de la botánica y de la diversidad ecológica y mineral del país estaban en su cúspide, ligadas a una búsqueda de identidad nacional. El estudio de la farmacia en la Nueva España tuvo sus orígenes, precisamente, en la cátedra de Botánica, existente desde 1788, que se hizo indispensable para la obtención de la licencia de boticario. El objetivo era uniformar ciertas teorías en las que se apoyaría la práctica de la farmacia²⁰.

En 1824 se constituye la Academia Médico Quirúrgica del Estado de Puebla, con el fin de promover los adelantos de la medicina y de la cirugía; así como de las “ciencias auxiliares” como: la botánica, la farmacia, la química y la física. Al año siguiente, Antonio de la Cal imparte la cátedra de botánica e Ignacio Echeverría la de química farmacéutica²¹ que cumplía con la idea de formar una materia médica mexicana, es decir una “Farmacopea Indígena”.

Dentro de los libros de texto destacan el *Formulario* de Magendis, el *Tratado de Venenos* y los *Elementos Químicos* de Orfila, y *Elementos de Farmacia* de Carbonell, texto particularmente importante porque enuncia y justifica las disciplinas que deben intervenir en la formación académica del farmacéuta²².

Durante los largos años de dominio español, las únicas instituciones que impartieron cátedras relacionadas con las ciencias médicas, fueron la Real y Pontificia Universidad de

¹⁹ Vale la pena recordar que el Real Seminario de Minería se fundó en 1792.

²⁰ Huerta Jaramillo, Ana María, “La farmacia y las ciencias médicas en Puebla”, en Aceves Pastrana, Patricia, *Farmacia, historia natural y química intercontinentales*, México, UAM-Xochimilco, Vol. 3, 1996. p. 179.

²¹ Mendoza, María Eugenia, Química en Puebla en el Siglo XX: continuación de una tradición., *Revista de la Sociedad Química de México*, 45[3], p. 131-135, 2001. p. 131.

²² Huerta Jaramillo (1996). pp. 184-185.

México primero, y la de Guadalajara después. La necesidad de crear una escuela dedicada sólo a estas ciencias era evidente, sin embargo, esto no se logró hasta la consumación de la independencia.

Esto fue posible gracias a las reformas que contemplaban un moderno programa educativo y al fuerte impulso a la instrucción pública por parte del Vicepresidente, y médico, Valentín Gómez Farías; sin olvidar, la previa clausura de la caduca y religiosa universidad, llevada a cabo el 15 de septiembre de 1833 –procurando debilitar al clero y al fanatismo. Esto desencadenó la creación de diversos establecimientos de instrucción pública, entre ellos, la de la Escuela Nacional de Medicina, creada el 23 de octubre del mismo año, bajo la dirección del Dr. Casimiro Liceaga; seguida de la elección de José Vargas como tutor de la cátedra de farmacia.

El 5 de diciembre de 1833, se inauguró el Establecimiento de Ciencias Médicas, y comenzó la lucha por consolidar a la institución que desde los primeros momentos corrió el riesgo de desaparecer. Fue sustentada gracias al patrocinio del director y los profesores del plantel, actos que no evitaron que la escuela fuera clausurada en reiteradas ocasiones. Ante la difícil situación, la escuela cambió varias veces de ubicación, hasta que en 1854, el director, a costa de su sueldo, adquirió el Antiguo Palacio de la Inquisición, hoy conocido con el nombre de Antiguo Colegio de Medicina²³.

A la par de la creación del Establecimiento de Ciencias Médicas, se creó la carrera de farmacia, cuya única cátedra era la farmacia teórico-práctica y cuyo primer titular fue José Vargas. El primer libro de texto utilizado fue el de Chevallier. Para 1834 se estableció la enseñanza de elementos de botánica en la cátedra de farmacia, aprobándose el texto de Soubeiran para estos fines²⁴. Modificación con tendencias nacionalistas que llevaría a la creación de varias farmacopeas mexicanas por medio de las tesis de los alumnos. Acciones que se mantuvieron en el plan de estudios de 1839.

El gremio farmacéutico organizó la instauración de la Academia de Farmacia en 1838, que desapareció tiempo después de lograr la elaboración de la primer *Farmacopea*

²³ Ortiz Reynoso, Marina, *El estudio de la enseñanza de la farmacia en México (1870-1893)*, México, Facultad de Química, UNAM, tesis de licenciatura, 2001: p. 41-46.

²⁴ Ortiz Reynoso, Mariana y Aceves Pastrana, Patricia, "La farmacia mexicana del último tercio del siglo XIX desde una perspectiva académica". <http://www.ucm.es/info/folchia/MEXICO.htm>

Mexicana en 1846, y posteriormente la fundación de la Sociedad Mexicana de Farmacia, la cual tenía como objetivos "la realización de una nueva farmacopea mexicana y la ordenación y consolidación de la profesión de farmacéutico"²⁵.

El Plan de Santa Anna del 18 de agosto de 1843 trajo para la Escuela de Medicina la creación de las cátedras de física y química médicas, para los médicos, quienes, a falta de una cátedra de historia natural, cursarían la de botánica.

Al siguiente año la Escuela de Medicina de Puebla, creada en 1832 en el Hospital de San Pedro, incluye las cátedras de química médica y farmacia; en la primera se estudia el *Manual de química* de Fontanelle, el *Tratado de química completo* de Thenard y *Elementos de química aplicada* de Orfila. En 1848 se establece la materia química dentro de los estudios preliminares y complementarios al reformarse el plan de estudios de la Escuela de Medicina; además, se formalizan los estudios de químico-farmacéutico haciéndose la diferencia entre éstos y los oficiales de farmacia²⁶.

Diez años más tarde, se remplazó el texto de Soubeiran por el de Lecanu. En 1852, Leopoldo Río de la Loza obtuvo la cátedra de química médica, para la que utilizó el Orfila como libro de texto. Tres años después, Ignacio Baz, Leopoldo Río de la Loza y Anastasio Peñuñuri eran agregados de la cátedra de farmacia; el texto de Orfila fue reemplazado por los de Pelouze et Fremy y por el de Río de la Loza. Para 1866 el texto de química era el de Wurtz²⁷.

En 1867 la carrera de farmacia experimentó una profunda reforma en su plan de estudios, a consecuencia de la aparición de la Ley Orgánica de Instrucción Pública del 2 de diciembre, que precisaba la creación de las cátedras de historia de las drogas –con los textos de Guibourt y Planchon–, y la de análisis químico –con los textos de Fresenius y Gerard y

²⁵ Azuela, Luz Fernanda & Guevara, Rafael. "Las Relaciones entre la Comunidad Científica y el Poder Político en México en el Siglo XIX, a través del Estudio de los Farmacéuticos", en Patricia Aceves Pastrana (editora), *Construyendo las Ciencias Químicas y Biológicas, Estudios de historia social de la ciencias químicas y biológicas*, pp. 239-257, México, D. F.: UAM-Xochimilco, 1998, núm. 4, p. 242, 244-245.

²⁶ Mendoza, María (2001). p. 131-132.

²⁷ Ortiz Reynoso (2001). p. 46.

Chancel. Además de la conservación de la cátedra de farmacia teórico-práctica especial para los boticarios –con los textos de Andouard y Soubeiran²⁸.

Antes de ese año, la formación académica de los farmacéuticos consistía en su asistencia, por dos años consecutivos, a la cátedra de farmacia; al terminar esta etapa, los alumnos debían continuar su formación profesional cumpliendo con dos años más de práctica en una oficina pública de farmacia. En este año, se suprimieron las cátedras de historia natural, física y química médicas. Se crearon, para la Facultad de Farmacia, una cátedra especial para los boticarios, y las de historia de las drogas y análisis químico –comenzando su aproximación a las ciencias químicas. En 1867 también se crea la carrera de farmacia en Yucatán²⁹, que tuvo su origen ligada al de la Escuela de Medicina y que tendría un desarrollo muy parecido a la profesión farmacéutica impartida en la Escuela de Medicina de Puebla. En esta última, el farmacéutico Joaquín Ibañez instaló, en 1868, un pequeño laboratorio con matraces, retortas y tubos fabricados por un vidriero, así como hornillos para crisoles contruidos por alfareros poblanos; apoyándose en el texto de *Química Inorgánica* de Pelouze y Fremy y en *la Introducción al estudio de la química* del Doctor Leopoldo Río de la Loza³⁰.

El plan de estudios de la carrera de Farmacia de la ciudad de México, tenía una duración de tres años, cursando en el primero Farmacia teórico práctica y Legislación y economía farmacéuticas; en el segundo año cursaban Historia natural de las drogas simples; y en el último año, Análisis químico. Para las carreras de Medicina y Farmacia: botánica aplicada, ligada a la geografía de las plantas medicinales del país; historia general de las drogas, especialmente las indígenas; zoología aplicada, física aplicada y meteorología, química aplicada, anatomía descriptiva teórico-práctica, farmacia, fisiología, anatomía topográfica, patología externa, clínica externa, patología interna, clínica interna, patología general, medicina operatoria y vendajes, terapéutica, obstetricia, clínica de partos, higiene, medicina legal y economía y legislación farmacéutica. Los alumnos de medicina llevaban en primer año farmacia galénica³¹.

²⁸ Flores y Troncoso, Francisco de Asís. *Historia de la medicina en México: desde la época de los indios hasta la presente*, edición facsimilar, tomo III, México, Instituto Mexicano del Seguro Social, 1982.

²⁹ Historia de la Farmacia en Yucatán: <http://www.uady.mx/sitios/quimica/historia.html>

³⁰ Mendoza, María (2001). pp. 132.

³¹ Ortiz Reynoso (2001). pp. 47.

Para el año de 1870, el plan de estudios de Farmacia estaba estructurado de la siguiente manera:

Año	Cátedra	Texto	Profesor
Primero	Farmacia teórico-práctica	Souberian	José Vargas
Segundo	Historia natural de las drogas	Guibourt	Alfonso Herrera
Tercero	Análisis químico	Gerard et Chancel	Río de la Loza

En 1876, José Chárazi impartía la materia de Farmacia teórico-práctica, y Gumerzindo Mendoza la de Análisis químico. Dos años después, para la cátedra de farmacia se utilizaba el libro de Andouard y la impartían José Donaciano Morales como profesor interino y Alejandro Uribe como adjunto; para la de historia se usaba el Planchon, y seguía siendo impartida por Alfonso Herrera con la ayuda de Manuel Lazo de la Vega. La de análisis químico, seguía en manos de Gumerzindo Mendoza, asistido por Víctor Lucio. Mientras que, en la de Puebla, se formalizó el “Colegio de Farmacéuticos” permitiendo que los estudios de farmacia tuvieran cierta independencia; lo cual se ve en la Ley de Instrucción Pública del Estado (15 de diciembre de 1878), en la que se señala a la carrera de Químico-farmacéutico como una de las catorce carreras integrantes de la instrucción superior que, de forma gratuita, impartiría el Colegio del Estado –conservó el nombre de farmacéutico hasta 1921³².

En 1883 se inauguró una cátedra práctica de farmacia en el Almacén Central de Beneficencia para los aspirantes al Establecimiento de Ciencias Médicas, cuyos textos eran los de Andouard y Soubeiran. Para 1885 el texto utilizado en la cátedra de análisis químico era el Fresenius³³.

El plan de estudios para los Farmacéuticos (1886) en Puebla constaba de seis materias que se cursaban en dos años: en primer año, Farmacia teórico-práctica, Historia natural de las drogas simples, Economía y legislación farmacéuticas; en segundo año, Farmacia teórico-práctica, Ensayos farmacéuticos de los medicamentos y Elementos de la materia médica. A principios de la última década del siglo XIX, el plan de estudios fue

³² Mendoza, María (2001), pp. 132.

³³ Ortiz Reynoso (2001), pp. 47-49.

reestructurado, agregándole un año de estudios, que siguió vigente hasta 1920³⁴ (como se aprecia en el cuadro siguiente).

Año	Cursos.
1°	Análisis cuantitativo y cualitativo. Toxicología. Química Biológica.
2°	Historia de drogas. Legislación y economía farmacéuticas.
3°	Farmacia teórico-práctica. Ensayo de medicamentos.

Los aspirantes al título de farmacéutico debían entregar, junto con la solicitud al examen profesional, 40 ejemplares impresos de un estudio original acerca de algún asunto práctico propio de la profesión. El examen profesional constaba de tres partes: la oral, interrogatorio durante 90 minutos por tres sinodales designados por el presidente del jurado; la práctica, mediante tres preparaciones químicas que el jurado proponía; y una tercera relacionada con los asuntos relativos a la botica, en la oficina de farmacia del Hospital General.

El último tercio del siglo XIX fue un momento favorable para la ciencia mexicana. Además de la creación de la Escuela Nacional de Medicina, diversos factores propiciaron la fundación de muchas instituciones con el objeto de organizar a la comunidad científica, otorgar identidad a cada una de las disciplinas derivadas de la ciencia, articular e integrar dichas disciplinas científicas y aportar a la sociedad establecimientos académicos y de investigación que consolidaran la ciencia mexicana. El plan de estudios de la carrera de farmacia, con la creación de la Escuela Nacional de Medicina, se modificó nuevamente en 1893, quedando de la siguiente manera:

³⁴ Mendoza, María Eugenia, *Química en Puebla en el Siglo XX: continuación de una tradición.*, *Rev. Soc. Quím. Mex.*, 45[3], p. 131-135, 2001. pp. 132.

Año	Cátedra	Texto	Profesor ³⁵
1°	Farmacia teórico-práctica	Andouard, <i>Farmacia elemental</i>	José Donaciano Morales
2°	Historia natural de las drogas simples	Herland, <i>Medicamentos minerales</i> Planchon y Colin, <i>Drogas Simples</i>	Alfonso Herrera (hasta 1901) Juan Manuel Noriega (desde 1902)
	1er curso de análisis químico general	Gerard et Chancel, <i>Analyses</i> Fresenis, <i>Análisis</i> R.D. Silva, <i>Análisis</i>	Víctor Lucio
3°	2° curso de análisis químico general	Gerard et Chancel, <i>Analyses</i> Fresenis, <i>Análisis</i> R.D. Silva, <i>Análisis</i>	Víctor Lucio

El régimen político a cargo de Porfirio Díaz apoyó la filosofía positivista mexicana y, entre 1867 y 1910, decretó la creación de más de quince instituciones científicas: desde escuelas de educación superior, bibliotecas y museos, pasando por las usuales comisiones de exploración, registro y cartografía, hasta la constitución de institutos de investigación dotados con instalaciones especiales³⁶. Los profesores, por su parte, estaban de acuerdo con esta corriente. Ejemplos por excelencia son Leopoldo Río de la Loza, quien apoyó la fundación de la Escuela Nacional Preparatoria y fungió brillantemente como docente, investigador y empresario. Alfonso Herrera, quien impartió clases de botánica en la misma y posteriormente la dirigió, apoyando la creación de organizaciones de apoyo y difusión de ciencia como la Sociedad Alzate.

Los boticarios mexicanos apoyaron la ciencia y práctica farmacéuticas impulsando la formación profesional de sus colegas y desempeñando sus labores docentes y de investigación. Estos personajes promovieron también la consolidación y el reconocimiento social de la comunidad farmacéutica con actos concretos, tales como las denuncias ante las autoridades y la sociedad de la situación desventajosa de los boticarios mexicanos frente a los yerberos, curanderos, médicos y charlatanes.

Durante este período, los temas preferidos por los alumnos de la Escuela Nacional de Medicina, para su tesis, eran las plantas medicinales mexicanas (cerca del 70%) de las que se tenía un conocimiento empírico. El criterio seguido en las investigaciones es de tipo

³⁵ Martínez Solís, Sandra. *et. al.*, "La transformación de una profesión. Las primeras farmacéuticas mexicanas.", en *México en el siglo XX*, tomo I, México, Archivo General de la Nación. p. 622.

³⁶ Azuela, Luz Fernanda, "La institucionalización de las ciencias en México durante el porfiriato", en María Luisa Rodríguez-Sala, *Tres etapas del desarrollo de la cultura científico-tecnológica en México*, México, Instituto de Investigaciones Sociales UNAM, 1996, p. 73-85.

etno-botánico, de tal forma que seleccionan aquellas plantas cuyo uso cotidiano sugería la presencia de sustancias químicas con propiedades terapéuticas; es decir, prefieren las especies utilizadas normalmente por el vulgo para remediar sus males. Con ello, aspiraban conocer y catalogar la miscelánea de remedios terapéuticos que ofrecía la flora mexicana. Así, se llegó a la primera edición de la *Nueva Farmacopea Mexicana*, publicada en 1874, que fue un texto de impacto mundial. La segunda edición nació en 1884, y entre sus novedades estaba el enfoque relativo al rescate de los remedios tradicionales mexicanos y que fue aclamada internacionalmente³⁷. La edición de 1884 –*corregida, aumentada y arreglada por los profesores Alfonso Herrera, Francisco González, José Ma. Laso de la Vega, Severiano Pérez y el Dr. Manuel Soriano*– fue declarada legal, y la tercera edición de 1896 –*corregida, aumentada y arreglada por los profesores Alfonso Herrera, Alfonso L. Herrera, Manuel F. De Jáuregui, Juan B. Calderón y Severiano Pérez*– llevó impresa en la portada la leyenda "uso obligatorio".

Después de estos años ocurrieron grandes cambios en el plan de estudios de la carrera de farmacia de la Escuela Nacional de Medicina, especialmente en 1908 y 1916; programas que darían lugar al plan de estudios con el que la carrera de farmacia se uniría a la incipiente Escuela Nacional de Ciencias Químicas.

³⁷ Nueva Farmacopea Mexicana de la Sociedad Farmacéutica de México, México, Imprenta de Ignacio Escalante, 1874; Nueva Farmacopea Mexicana de la Sociedad Farmacéutica de México, segunda edición, México, Imprenta de Francisco Díaz de León, 1884.

Capítulo 2.

Inicios Formales de la Educación Química en México

2.1 Fundación de la primera escuela de química en México (1913–1919).

Al inicio del siglo XX, las cátedras de química en nuestro país se impartían, sobretodo, en las escuelas de Medicina e Ingenieros, así como en el Instituto de Geología Nacional, en la Escuela Nacional de Altos Estudios y en la Escuela Nacional Preparatoria³⁸. Sin embargo, todavía no contaba con una institución propia, ni propicia para su pleno desarrollo. Además, la caótica situación en que se hallaba sumergido el país como consecuencia de la lucha revolucionaria, y el fantasma de la primera Guerra Mundial, dejaban sentir, como nunca, la falta de técnicos nacionales que pudieran sustituir a los extranjeros que abandonaron al país a causa de la revolución para poder continuar con la fabricación de muchos productos industriales; y, principalmente se sintió la falta de una industria nacional que suministrara los productos manufacturados³⁹.

El maestro Juan Salvador Agraz, fue un catedrático destacado, dedicado y apasionado de la química, educado en las mejores universidades de Europa y con los grandes científicos del momento, así como el encargado de las cátedras de mineralogía dentro de la Escuela Nacional Preparatoria y de química general, análisis químico, mineralogía, curso libre sobre petróleo, elementos raros, análisis espectroquímicos y filosofía de la química dentro de la Escuela de Altos Estudios. Agraz presentó, en enero de 1913, al entonces Presidente Francisco I. Madero, la primera iniciativa para la fundación de una Escuela de Química, idea que aceptó de buen agrado; sin embargo, la necesidad de un cambio radical en el gobierno y la traición de Victoriano Huerta impidieron la consolidación del proyecto⁴⁰.

Por segunda ocasión, el 16 de enero de 1915, Agraz hizo el intento presentando un proyecto a su amigo el Licenciado José Vasconcelos, entonces Ministro de Instrucción Pública, en el

³⁸ Agraz de Diéguez, Guadalupe, *Juan Salvador Agraz, Fundador de la Primera Escuela de Química en México*, UNAM, Facultad de Química (2001). pp. 17.

³⁹ Padilla Olivares, Javier, Génesis de una facultad, *Revista de la Sociedad Química de México*, Vol. 45[3], pp. 105–108, 2001. pp. 105.

que adjuntaba los planes de estudio de lo que serían los cursos de Peritos químicos industriales, Obreros químicos y Pequeños industriales e Ingenieros químicos y Doctores en química⁴¹. Mas el proyecto tuvo que posponerse al efectuarse otro cambio en el gabinete presidencial⁴².

El 1° de octubre de 1915 Agraz entregó personalmente a Palavicini, el nuevo Ministro de Instrucción Pública, un oficio en el que anexaba los planes de estudio para fundar la tan anhelada primera Escuela de Química de la República Mexicana. Por fin, el 24 de diciembre, obtuvo el nombramiento que lo designaba Director Fundador de la Escuela Nacional de Química Industrial, la cual cumplía con la urgente necesidad del desarrollo tecnológico-industrial del país⁴³.

El nombramiento equivalía a un permiso para continuar con el proyecto y apoyo moral por parte del gobierno, mas no económico, dada la situación caótica del país; además incluía la donación de un inmueble ubicado en la calle de Las Cruces, en el pueblo de Tacuba. Éste no era más que un edificio viejo creado para fungir como un lujoso hospital de tuberculosos que, al decaer, se convirtió en una escuela primaria y, finalmente, en cuartel del ejército zapatista, ocupación que dejó al edificio de dos plantas casi en ruinas, con los vidrios rotos, los salones sin piso y las paredes ahumadas. Así, la creación de la escuela comenzó con la restauración del edificio que no contaba con sillas, oficinas, salones, escritorios, ni presupuesto⁴⁴.

Con el firme propósito de crear, construir y progresar, Salvador Agraz comenzó la reconstrucción del viejo edificio de Tacuba. Para ello, consiguió parte del material de la sobreviviente Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes, pero como no era suficiente, y al no poder dedicarse a ambas cosas, decidió vender su fábrica de productos químicos para solventar los gastos de la naciente escuela. En apoyo, su esposa vendió dos casas de Durango. La Universidad Nacional donó el equipo que había pedido para la materia de filosofía de la química, Manuel Stampa contribuyó con la donación de sillas y escritorios que no utilizaba la actual ESIME, el embajador de Alemania donó libros científicos al igual

⁴⁰ Agraz de Diéguez, pp. 25, 31.

⁴¹ *Semblanza del señor ingeniero don Juan Salvador Agraz*, Edición particular, México, Hermanos Agraz Suárez Real, 1981, pp. 19.

⁴² Agraz de Diéguez, pp. 31.

⁴³ Agraz de Diéguez, pp. 32-33.

que Agraz, quien además donó su material de laboratorio; así fue completando su obra, que contó con el apoyo de compañeros y subalternos del Instituto de Geología y de maestros de la Escuela de Altos Estudios, de la Facultad de Ingenieros y de la de Agricultura⁴⁵.

Ante la falta de presupuesto y el alto nivel de analfabetismo nacional (80%) Agraz y sus colaboradores se dieron a la tarea de reelaborar los planes de estudio; creando programas que fueran atractivos para los diferentes estratos sociales, con el fin de impulsar la industrialización del país formando gente capaz a diferentes niveles de producción. Además esperaban, acertadamente, que con el tiempo la escuela constituyera un centro de investigación, consulta y motor de progreso nacional, por lo que elaboraron los planes de estudio basándose en los programas de varias universidades, sin perder la perspectiva de la situación nacional. En las condiciones tan particulares en las que inició, Agraz se preocupó por brindar educación no sólo a los bachilleres, sino a cualquiera que deseara superarse, inclusive a un analfabeto, ofreciendo carreras –no de menor nivel, sino más cortas– las cuales apoyaban a los jóvenes a integrarse rápidamente al campo profesional como técnicos especializados. Éstos iniciaban su estudio con cursos⁴⁶ rudimentarios de lectura y escritura, aritmética y geometría, elementos de ciencias físicas y naturales y dibujo; para después implementar su educación con conferencias de higiene industrial, legislación industrial y obrera, moral y civismo, lengua nacional, geografía e historia, francés, alemán, etc.; las conferencias eran obligatorias para todos los estudiantes como se puede ver en el plan de estudios del Químico industrial (1916).⁴⁷

El 3 de abril de 1916 comenzaron las cátedras impartidas gratuitamente por los profesores, iniciando sus estudios 40 alumnos y 30 alumnas en la Escuela Nacional de Química Industrial, que ofrecía tres carreras⁴⁸:

- a) Químico industrial (4 años, se requería la primaria).
- b) Perito en industrias (2 años, se requería la primaria).

⁴⁴ García Fernández, Horacio, *Historia de una Facultad, Química 1916–1983*, 1ª Ed., UNAM, Facultad de Química–Instituto de Investigaciones Históricas (1985). pp. 17–18; Agraz de Diéguez (2001). pp. 33–35.

⁴⁵ García Fernández, (1985), pp. 17–18.

⁴⁶ *Boletín de educación*, tomo I, núm. 4, agosto de 1916, pp. 320–323. Fuente de información relacionada con el plan de estudios y los requisitos para ingresar a la escuela.

⁴⁷ García Fernández, Horacio, “El nacimiento de la Facultad”, en Garriz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 81–85.

⁴⁸ García Fernández, (1985), pp. 19.

c) Práctico en industrias (1 año, no era necesario ningún estudio previo).

El plan de estudios de químico industrial⁴⁹ abarcaba las tres carreras; los peritos industriales debían cursar los dos primeros años de la carrera de químico industrial y escoger la industria a la que querían dedicarse, teniendo la opción de alargar sus estudios a tres años, o bien continuar con la carrera de químico industrial; mientras que los prácticos en industrias realizaban el aprendizaje práctico de la industria(s) a la que querían dedicarse complementando sus estudios con los cursos y conferencias antes mencionados.

Las clases de industrias que se abrieron son las siguientes: gran industria química (ácido sulfúrico, nítrico, sosa cáustica, carbonato de sodio, cloro e hipocloritos); industrias del petróleo, industrias de las materias grasas, aceites, jabones, etc.; industrias de las fermentaciones, industrias de las materias tanantes y curtientes, e industrias de los aceites esenciales, látex, gomas y resinas⁵⁰. Quedaron por crearse las siguientes asignaturas: cerámica, materias colorantes (de la tintorería y estampados), papel, madera y celulosa, azúcares, almidones y materias explosivas.

El plan de estudios de químico industrial (1916) contemplaba matemáticas, física, lengua nacional, química de los metaloides, química de los metales, botánica y zoología aplicadas, mecánica, dibujo, química del carbono, análisis cuantitativo y cualitativo, mineralogía y geología aplicadas, contabilidad y economía industriales, además de varios cursos de idiomas y de la selección de las materias de industria química; además en él se enunciaban las conferencias obligatorias para todos los estudiantes del plantel.

De las nuevas materias se puede observar la clara intención de inculcar en los alumnos una cultura equilibrada, científica y humanística, completamente enfocada a producir un desarrollo tecnológico nacional en el área de la industria química, y así impulsar la economía del país, explotando y aprovechando sus riquezas naturales, comenzando por mejorar las posibilidades de los estudiantes y hacer expansivo el desarrollo económico, cómo fue posible observar en el área de Tacuba, zona que vio la Escuela de Química como su centro económico al ofrecer plazas de electricistas, obreros y ayudantes de laboratorio e impulsar la producción de materiales necesarios a bajo costo, como el jabón. Pero además, es interesante observar cómo el campo de estudio fue ampliado, no quedando sólo en química general, mineralogía y metales, sino que incluyó áreas tan importantes como la

⁴⁹ García Fernández, (1985), pp.21.

química del carbono y la fisicoquímica. Sin embargo, cabe recordar que para estas fechas los estudios de química seguían dispersos.

El 23 de septiembre de 1916 fue inaugurada formalmente la Escuela Nacional de Química Industrial, contando con la presencia de importantes personalidades como Félix F. Palavicini, aún Secretario de Instrucción Pública y Bellas Artes, el director de la Escuela Nacional de Medicina, doctor Rosendo Amor y el rector de la Universidad Nacional, Licenciado José Natividad Macías, quien prometió apoyar a la escuela para que pudiera formar parte de la universidad. Esta acción se volvió urgente con la descentralización educativa (de 1917 a 1920), la cual no hizo peligrar sólo a la escuela de química, sino a la educación pública en sí. Bajo estas circunstancias, y ante la desconfianza de los diputados hacia el desarrollo de la Universidad, creyendo de primordial importancia el desarrollo de la educación básica, Agraz comenzó sus gestiones frente a la cámara de diputados para la incorporación de la Escuela de Química a la Universidad Nacional.

El 5 de febrero de 1917 logra su cometido, impulsando una reestructuración de la escuela y de los planes de estudio, acto que culmina el 25 de diciembre de 1917 al obtener el grado de facultad. Estas acciones hacen que sea indispensable el bachillerato para que los alumnos inscritos en la Facultad de Ciencias Químicas puedan continuar con sus estudios. Así, a los alumnos inscritos se les dieron facilidades para cursar el bachillerato dentro de la institución, mientras que para los de nuevo ingreso se convirtió en un requisito⁵¹.

En su primer informe al rector, el Profesor Agraz expone las urgentes necesidades de la escuela, haciendo hincapié en el doble fin, científico-industrial de la facultad, con lo que logra que le proporcionen recursos económicos que utiliza para mejorar las instalaciones e incrementar el número de asignaturas de industrias químicas (laboratorios). Además, buscó ampliar la oferta educativa con la instauración de la carrera de Ingeniero químico (1918) –que no inició; para la que planteó, adicionalmente, un programa para obtener el título de doctor en química, que era extender la carrera a cinco años de estudios tomando las clases: química biológica, síntesis química, análisis inmediatos y microquímicos, física superior, historia y filosofía de la química, estudios complementarios de matemáticas superiores y terminología química e industrial en alemán; con lo que

⁵⁰ García Fernández, (1991), pp.84.

deseaba complementar el estudio científico del aspirante a doctor, desarrollando habilidades adicionales en las áreas de síntesis e investigación. Sin embargo, estos planes no se lograron poner en marcha.

Para 1918 los planes de estudio de las carreras de Ingeniero Químico (4 años) y de Químico Industrial (4 años) contaban con un estudio más profundo y variado de la química, al tener más cursos de química orgánica, inorgánica, analítica (cualitativa y cuantitativa); además de una preparación científica complementaria (física, matemáticas y biología) más intensa, aprovechando que los estudiantes ya habían cursado la preparatoria no era necesario darles muchas conferencias, pudiendo aprovechar esas horas en el estudio de la ciencia –en laboratorios. De tal forma, los alumnos salían preparados para ejercer y desarrollar la industria química cumpliendo con los objetivos de las carreras.

El objetivo de la carrera de ingeniería química era preparar al alumno para que fuera capaz de diseñar, calcular, instalar y operar equipos y plantas industriales por medio de la aplicación de conocimientos científicos y empíricos, teniendo la capacidad de resolver problemas esencialmente de la industria del proceso⁵²; mientras que el objetivo del químico industrial estaba más enfocado al desarrollo, mantenimiento y explotación de una industria química; lo cual concuerda con el modelo de la industria química nacional propuesto por Antonio Valiente–Barderas⁵³ en el que indica que ésta comienza por la operación de las plantas industriales (extranjeras principalmente), a diferencia de los países industrializados donde empieza por el desarrollo de una ingeniería básica –esto es, desde luego, consecuencia del rezago industrial.

Para agosto de 1918 las relaciones entre el Rector José Natividad Macías y el Maestro Salvador Agraz se habían enturbiado, colocando a la Facultad de Ciencias Químicas en una difícil posición; en noviembre de 1918 la Sociedad Farmacéutica mandó una comisión a inspeccionar los exámenes de la facultad, encontrando la situación poco satisfactoria, sentencia que provocó un corte en el presupuesto y una discusión ante la

⁵¹ García Fernández, (1985), pp. 23.

⁵² Urbina del Raso, Alberto, La ingeniería química y su enseñanza en la UNAM, pp. 209–217, en Garriz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, México, Facultad de Química, UNAM (1991). pp. 209–210.

⁵³ Valiente–Barderas, Antonio, La enseñanza de la Ingeniería Química en México, *Educación Química* 7[1], página 20, 1996. Archivo(71-polv2.pdf) en: <http://www.fquim.unam.mx/sitio/edquim/index-71.html>

cámara de diputados para evitar que cerraran la escuela. Agraz remarcó la importancia de crear y consolidar para el progreso de México ante el diputado Carrillo Puerto, con lo que logró que se aceptaran una a una sus propuestas, asegurando el futuro de la facultad y terminando su dirección.

El primero de abril de 1919 Adolfo P. Castañares, miembro de la comisión de farmacéuticos, fue nombrado director de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas y Farmacia; incorporación muy provechosa para el desarrollo de la escuela al traer personalidades tan importantes como Roberto Medellín, Ricardo Caturegli, Julián Sierra, Juan Noriega y al propio Castañares, farmacéutico con reconocimiento internacional. Brillantes investigadores que consolidarían la obra y revitalizarían la escuela con equipo y material de laboratorio, con proyectos y con deseos de cambio y renovación.

2.2 Consolidación de la Escuela de Química y Farmacia (1920–1937).

La Escuela Nacional de Ciencias Químicas y Farmacia, con la incorporación de los farmacéuticos, comenzó una nueva etapa de ampliación y renovación, en la que Adolfo P. Castañares y los continuadores de sus ideas (Francisco Lisci, Roberto Medellín, Julián Sierra, Ricardo Carturegli, Juan Noriega, entre otros) harían posible la ampliación de la escuela y de la oferta educativa mediante la creación de nuevos laboratorios y aulas; la reestructuración de la biblioteca y de los planes de estudio. Impartiendo las siguientes carreras⁵⁴: Químico técnico (3 años), Químico farmacéutico (3 años), Auxiliar de farmacia (2 años), Farmacéutico (2 años), Químico ensayador (1 año) y Especialista en industrias (2 años) –carreras que continuaban con el objetivo de industrializar al país mediante la preparación de recursos humanos a diferentes niveles de producción. Adicionalmente comenzó la preparación de técnicos especializados en la industria metalúrgica, para poder continuar con la explotación de los recursos minerales del país.

El 2 de junio de 1920 Adolfo de la Huerta nombró a José Vasconcelos rector de la Universidad, comenzando una nueva era en la educación pública nacional. "En estos momentos yo no vengo a trabajar por la Universidad, sino a pedir a la Universidad que trabaje por el pueblo", expresó Vasconcelos en su discurso inaugural como rector. Si bien su esfuerzo mayor, desde la Universidad, fue plantear la federalización de la enseñanza como paso previo a la creación de una Secretaría de Educación Pública, su presencia como rector de la Universidad dejó huellas imborrables, tales como la reintegración de la Escuela Nacional Preparatoria a la Universidad, el arranque de la campaña nacional contra el analfabetismo y la incorporación de las mujeres a ella, las instrucciones sobre aseo personal e higiene y la exención de pagos a los alumnos pobres. Mientras tanto, Ezequiel A. Chávez preparaba el proyecto de federalización de la enseñanza. La Universidad, a partir de este año, entró en un dinamismo que no se había visto en su primer decenio.⁵⁵

El 1 de diciembre tomó posesión como presidente de la República el general Alvaro Obregón que, consciente de la situación y al haber experimentado el desarrollo que permite

⁵⁴ García Fernández, Horacio, *Historia de una Facultad, Química 1916–1983*, 1ª Ed., UNAM, Facultad de Química–Instituto de Investigaciones Históricas (1985). pp. 38.

la educación, dio rienda suelta a José Vasconcelos para que comenzará con la fase creadora de la revolución. Este hombre, por medio de la improvisación, hizo posible la creación de la Secretaría de Educación Pública y el desarrollo de un sistema educativo nacional, en el que fueron tan importantes las escuelas primarias, técnicas y rurales. Sin menospreciar, en ningún momento, a la educación media y superior creó becas para que los alumnos destacados pudieran continuar sus estudios en el extranjero, con el objetivo de que, al volver, pudieran contribuir con el desarrollo industrial del país. La Universidad se había constituido en uno de los puntales del proyecto educativo nacional que apoyaba el gobierno del general Obregón.

En 1921 Roberto Medellín, el director de la escuela de química, fue nombrado secretario general de la universidad, desde donde logró impulsar el progreso de la escuela junto con Julián Sierra, el director interino, promoviendo la importancia de la educación química para el progreso nacional.

Continuando con el esfuerzo de ofrecer una educación de buen nivel, que cumpliera con las urgentes necesidades tecnológicas y científicas del país, en 1921 se modificaron los planes de estudio de las carreras⁵⁶ de Químico farmacéutico, Químico técnico y Ensayador, que se alargó a dos años. Se siguieron impartiendo las carreras de Farmacéutico, Auxiliar de farmacia y Especialista en industrias. La renovación del plan de estudios de la carrera de Químico farmacéutico (1921)⁵⁷ demuestra lo certera que fue la decisión de cambiar el área de farmacia a la escuela de química. En el nuevo programa se observa una tendencia científico-tecnológica mucho más marcada; por el lado científico comienza el estudio de materias complementarias como matemáticas y física. Dentro de la química los cursos sufren un importante avance, enfatizando la comprensión del fenómeno sin perder su aplicabilidad, aprovechando sus conocimientos de química inorgánica, orgánica y analítica en la incipiente materia de química experimental. Por la parte tecnológica se comenzaron a impartir asignaturas que ambicionaban el desarrollo de una industria farmacéutica y se continuaron impartiendo materias que impulsaban el aprovechamiento de los recursos naturales del país (materias como análisis de productos naturales y alimentos). Se siguieron

⁵⁵ Cronología de la UNAM (disponible en línea): <http://serpiente.dgsca.unam.mx/rectoria/htm/cronos.html>

⁵⁶ García Fernández, (1985), pp. 46.

⁵⁷ Fuente: Archivo General de la Facultad de Química. QFB (varios años), 1921-1970.

impartiendo materias de apoyo a la medicina (análisis clínicos y bromatológicos), y se amplió el estudio de la microbiología, aun cuando se enfocó a sus aplicaciones industriales; con lo cual es posible observar el amplio campo industrial que abarca la carrera.

La carrera de Auxiliar de farmacia era una carrera técnica que cumplía el fin de preparar técnicos especializados en diferentes industrias (perfumes, jabones, etc.), pero principalmente en la preparación de medicinas; la de Farmacéutico contaba con un enfoque más científico dirigido a la producción de medicamentos pero con una comprensión más extensa de los efectos producidos por las sustancias en el organismo.

La carrera de Químico industrial (1916) desapareció en 1920 al fusionarse con el programa de la carrera de Ingeniería química (1918), que tenía un plan de estudios de mayor nivel y mejor estructurado para alumnos con bachillerato; la carrera se bautizó como Químico técnico que se cursaba en tres años, a diferencia de las otras dos que se cursaban en cuatro. Presentaba un plan de estudios alejado de aquella época, en la que era necesario incluir una gran variedad de conferencias para complementar el estudio de los que no eran bachilleres.

Además se dejaron de impartir cursos de idiomas y desaparecieron las carreras de peritos y prácticos en industrias. El programa de Químico técnico de 1921 contemplaba el estudio de la fisicoquímica por medio del estudio de la geometría analítica y el cálculo infinitesimal, el estudio de química inorgánica y mineralogía, de análisis químico cualitativo y cuantitativo, de química orgánica; incluía suficientes cursos de física y tecnología como para preparar a los estudiantes en la explotación y aprovechamiento de las industrias. La carrera de Químico técnico no sufrió grandes cambios en los dos siguientes años, sin embargo se extendió su estudio a cuatro años porque se estaban impartiendo demasiadas materias por año. El plan de estudios de la carrera se centraba en el estudio de la química, la física, la mecánica y los procesos químicos existentes en el país⁵⁸ –jabones, perfumes, petróleo, azúcares, etc.

En 1925, por intervención de Estanislao Ramírez, se introdujo el primer curso de ingeniería química, basado en el estudio de operaciones unitarias, en el país bajo el nombre

⁵⁸ Galdeano-Bienobas, C., *Investigación y comparación de los planes de estudio de las universidades y escuelas tecnológicas que imparten la carrera de Ingeniería química en la República Mexicana*, Tesis, Fac. de Química, UNAM, México, 1982.

de física industrial⁵⁹. Al siguiente año, con el apoyo de Roberto Medellín, Estanislao Ramírez estructuró el nuevo plan de estudios de la carrera de Ingeniero químico. Este nuevo plan, de cinco años, comprendía las materias de la carrera de químico más otros cursos del área de ingeniería, un segundo curso de matemáticas, geometría descriptiva, dos cursos de dibujo, dos cursos de mecánica, electricidad y magnetismo, electroquímica, ingeniería civil, calor y óptica, máquinas térmicas, etc.⁶⁰

Los Especialistas en industrias podían elegir entre fermentaciones, azúcares, tanantes y curtientes, tintorería, cerámica y petróleo para unirse al sector industrial como técnicos especializados. La carrera de Químico ensayador, que se introdujo en 1920, cumplía con el objetivo de crear técnicos especializados en la explotación de los recursos minerales del país, el plan de estudios se limitaba a los cursos de química inorgánica experimental, análisis químico y docimacia, mineralogía y geología con prácticas e industria metalúrgica. Dada la importancia de la industria metalúrgica, en 1921 se creó la carrera de Químico metalúrgico (2 años) que además de las materias de ensayador incluía física y electroquímica; en 1922 la materia de análisis químico cualitativo y cuantitativo se dividió en dos.

Durante el periodo de Ricardo Caturegli se construyeron departamentos industriales y aulas, una sala de conferencias y se renovó la biblioteca, además en 1924 se inscribieron un total de 654 alumnos, 412 hombres y 242 mujeres, que fue la matrícula más alta entre 1916 y 1937. Continuó con la renovación de los planes de estudios, aun cuando la situación se complicó con la postulación a la presidencia de Plutarco Elías Calles, seguida de la renuncia de José Vasconcelos a la Secretaría de Educación Pública y del traslado de Roberto Medellín a la Secretaría de Salubridad, desde donde seguiría apoyando a la escuela de química.

Durante el gobierno de Plutarco Elías Calles disminuyó el apoyo al sector educativo, pero lo incrementó para las escuelas rurales; se suspendieron las becas al extranjero y se dividió la educación media en secundaria y preparatoria, situación que fue considerada como un golpe a la universidad. Sin embargo, como la escuela de química estaba alejada no se

⁵⁹ Valiente-Barderas, Antonio, La enseñanza de la Ingeniería Química en México, *Educación Química* 7[1], página 18, 1996. Archivo(71-polv2.pdf) en: <http://www.fquim.unam.mx/sitio/edquim/index-71.html>

⁶⁰ Urbina del Raso, Alberto, "La ingeniería química y su enseñanza en la UNAM", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 212.

involucró en las cuestiones políticas. Por otro lado, los estudiantes que se habían ido a estudiar al extranjero regresaron a México para encontrarse con un país que no contaba con la infraestructura necesaria para absorberlos.

El descenso educativo continuó durante el gobierno provisional de Emilio Portes Gil y durante el corto lapso que gobernó Pascual Ortiz Rubio bajo la influencia del jefe máximo de la revolución. El 12 de octubre de 1925 se fundó la Universidad de Guadalajara con base en el proyecto elaborado por Juan Salvador Agraz, ante las circunstancias no fue posible lograr todas sus aspiraciones científicas, sin embargo se dio un importante paso en la educación nacional⁶¹ que inició desde la reapertura de la Universidad de México, seguida de la creación de otras instituciones como la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (1917), la Universidad de Yucatán (1922) y la de San Luis Potosí (1923)⁶². En 1925 la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de México cambió su nombre por el de Facultad de Química y Farmacia.

A partir de 1921 los programas sufrieron ligeras modificaciones, pero en 1927 se dio un giro radical dentro de la escuela de química, al no ser costeables los talleres de las industrias químicas, se renovaron todos los planes de estudio y se creó la carrera de Química. En 1928 se abrió la carrera de Químico petrolero, pero no tuvo una buena acogida en el sector industrial porque las empresas encargadas de la explotación petrolera eran de inversión extranjera y sólo buscaban la mano de obra barata, por lo que la carrera tuvo poca demanda.

Con estos planes de estudios comenzó un modelo educativo que se ha ido modernizando y adaptando conforme avanza la ciencia, pero que, estructuralmente, se mantiene hasta la fecha (2003).

⁶¹ Guadalupe Agraz de Diéguez, Juan Salvador Agraz, Fundador de la Primera Escuela de Química en México, UNAM, Facultad de Química (2001). pp. 57-58.

⁶² Rico Rodríguez, Lilia, Contribuciones científicas de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas al desarrollo científico nacional, Tesis de Maestría, IPN, ESCA-Sección de Estudios de Posgrados e Investigación, México (2001). p. 20.

Las carreras que ofrecía la Facultad de Química y Farmacia y Escuela Práctica de Industria Químicas eran⁶³:

- a) Químico (1927, 3 años).
- b) Ingeniero Químico (1927, 5 años).
- c) Metalurgista y Ensayador (1927, 2 años).
- d) Químico Farmacéutico (1927, 2 años).
- e) Farmacéutico (1927, 2 años).
- f) Auxiliar de Farmacia (1927, 2 años).
- g) Químico Petrolero (1928, 3 años).

Las primeras cuatro dieron forma a las actuales carreras impartidas por la Facultad de Química, aunque claro fueron sufriendo importantes modificaciones de acuerdo a los requerimientos industriales del momento; las siguientes dos fueron carreras técnicas que con la creación de escuelas técnicas desaparecieron y, para la última, no era el momento, ni le llegaría su tiempo dentro de la Facultad.

La carrera de Químico fue planeada para ser cursada en tres años, invirtiendo la mayor parte en el estudio de la ciencia química, marcando un claro interés por desarrollar conocimientos y habilidades en las principales áreas de la química (la orgánica, la inorgánica, la analítica y la fisicoquímica) sin perder el objetivo de preparar gente para laborar en la industria. Pero con el objetivo más importante aún, de comenzar con la enseñanza de una carrera netamente científica, con la cual apoyar los inicios de la investigación química nacional, que para la fecha ya contaba con antecedentes, pero que aún no encontraba un espacio para su pleno desarrollo, ni gente totalmente capacitada para llevarlo a cabo de una manera expansiva.

Después de todo, el objetivo de una carrera científica, debe ser múltiple, primero es importante comenzar con la creación de una cultura científica equilibrada, la cual lleve a la resolución de problemas y a la capacidad de explicarlos y entenderlos. Pero otro objetivo es la creación de valores científicos, sin los cuales no es posible apoyar el desarrollo científico, tecnológico ni industrial del país, porque si no se da un panorama social y cultural de lo que ofrece el país, no se está enseñando a aprovechar las riquezas de una nación. De este forma es posible continuar con la idea expresada por José Joaquín Blanco,

⁶³ García Fernández, (1985). pp.71.

de educar para la aventura y no para la adaptación al ambiente, esto es por medio “de la seducción y la fascinación que el maestro logra sobre el alumno”⁶⁴. Hay que soñar –para hacerlo posible– con un país que se desarrolla, y no con un país que crea mano de obra barata y capacitada para el beneficio de los intereses extranjeros.

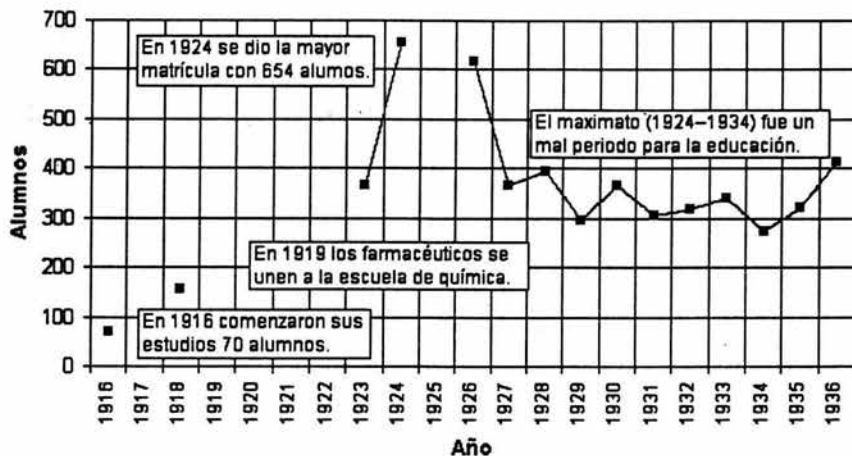
Para estas fechas los cursos todavía duraban un año; el programa de Química contemplaba dos cursos de química inorgánica y uno de mineralogía y geología, tres de química orgánica, tres de analítica, uno de fisicoquímica, uno de microbiología, uno de química industrial, uno de física y, por último, seis meses de prácticas intensivas en un laboratorio químico o industrial⁶⁵.

El 15 de septiembre de 1928 se nombró presidente provisional, después del asesinato de Álvaro Obregón, al licenciado Emilio Portes Gil, comenzando la era del maximato la cual sería poco beneficiosa para la educación nacional. La Escuela de Química no fue la excepción, como se puede ver en la *gráfica 1* que muestra el número de alumnos inscritos en la Escuela de Química desde su fundación hasta su consolidación, atravesando la difícil época del maximato.

⁶⁴ Blanco, José Joaquín, *Se llamaba Vasconcelos. Una evocación crítica*, Fondo de Cultura Económica, primera edición, tercera reimpresión, México, 1993. pp. 103.

⁶⁵ Fuente: Archivo General de la Facultad de Química. Planes de estudios varios (sin clasificar). Los planes de estudio de la Facultad de Química (1916–1972) aparecen en el libro: García Fernández, Horacio, *Historia de una Facultad, Química 1916–1983*, 1ª Ed., UNAM, Facultad de Química–Instituto de Investigaciones Históricas (1985). pp. 38.

Alumnos Inscritos en la Escuela de Química de 1916 a 1936.



Análisis de la gráfica 1: En 1916, aun con la escasa difusión, iniciaron sus estudios 70 alumnos (40 hombres y 30 mujeres) en las diferentes carreras que ofrecía el plantel. Recién creada la escuela, la educación pública enfrentó un duro golpe cuando ésta pasó a manos de los municipios (1917), con lo que la mayoría de las escuelas públicas desaparecieron. La Escuela de Química corrió el riesgo de desaparecer, pero ese mismo año (1919), los farmacéuticos se unieron al plantel garantizando, junto con Salvador Agraz, la pervivencia del plantel. Al siguiente año, comienza una de las grandes etapas para la educación nacional, con la aparición de José Vasconcelos, y la creación de la S.E.P., permitiendo la consolidación de la institución. En 1924, la escuela alcanza la máxima matrícula del período con 654 alumnos, 412 hombres y 242 mujeres; la cual decaería con la subida al poder de Plutarco Elías Calles, y la prolongación de su poderío durante el gobierno provisional de Emilio Portes Gil y el débil gobierno de Pascual Ortiz Rubio, seguido del de Abelardo Rodríguez (maximato). La matrícula se mantuvo baja hasta 1936, aun cuando ya estaba corriendo el fuerte impulso a la educación nacional de Lázaro Cárdenas que apoyó decididamente a la educación técnica, pero con cierta reserva a la universidad.

El día 26 julio de 1927 se publicó la nueva Ley Orgánica en el Diario Oficial, que daba una mayor cohesión a la Universidad que la que había tenido desde su fundación (el 22 de septiembre de 1910); creando a la Universidad Nacional Autónoma de México —de la que formó parte la Facultad de Ciencias e Industrias Químicas⁶⁶— delineando el perfil de la universidad contemporánea a la que se le otorga la libertad de definir sus programas de estudio, sus métodos de enseñanza y la manera de aplicar los fondos y los recursos otorgados a la institución.

⁶⁶ "Ley Orgánica de la Universidad Nacional Autónoma De México (1929)", en el *Diario Oficial de la Federación* del 26 de julio de 1929, pp. 1-8. Según como aparece en la página: <http://www.anuiex.mx/>.

Era la ansiada autonomía, es decir, el ya no depender de la Secretaría de Educación sino, en última instancia, del presidente de la República. La lucha para mejorar la Ley de Autonomía Universitaria se prolongaría y recrudecería los siguientes cuatro años, para culminar con la Ley Orgánica formulada, en 1945, por Alfonso Caso, y vigente hasta la fecha (2004) –aún después de los sucesos que paralizaron a la Universidad.

En 1932, Roberto Medellín es nombrado rector de la universidad, puesto desde el cual seguiría apoyando el desarrollo de la Facultad de Química y Narciso Bassols, responsable de la Secretaría de Educación Pública. Al siguiente año, el Partido Nacional Revolucionario postula al general Lázaro Cárdenas, junto con su plan sexenal, para la presidencia; comenzando una era prometedora para el desarrollo de la nación y uno de los sexenios más beneficiosos para la República Mexicana.

Sin embargo, el año de 1933 fue un año difícil para la universidad debido a su dependencia económica ocasionada por el subsidio gubernamental y a su limitada autonomía, así como a las pugnas internas que provocaron la renuncia del rector y del secretario general. En octubre se publicó la nueva Ley Orgánica de la Universidad, conocida como Ley Bassols, que establecía que el estado se abstenía del compromiso de subsidiar a la universidad, y además, que ésta perdía el calificativo de Nacional, porque según Bassols con el otorgamiento de la autonomía, la Universidad deja de ser una universidad de Estado, deja de ser el órgano del estado, y asume el carácter de ya no ser por autonomía la Universidad, sino una universidad de la república, porque ya no es la Universidad Nacional de México, creada para impartir la educación superior⁶⁷.

La transformación en Universidad Autónoma de México ocasionó una fractura que intensificó la división de la universidad creando dos corrientes educativas, una encabezada por Antonio Caso, que luchaba por preservar los valores de libertad de cátedra y autonomía; y la declarada socialista, al mando de Vicente Lombardo Toledano, que apoyaba la unicidad del marxismo como filosofía orientadora que reformara a la institución para que fuera capaz de preparar a los trabajadores, dotando al estado del poder necesario para elegir los programas de estudio y comprometiendo su libertad de cátedra y autonomía. La pugna llegó a su fin cuando Gómez Morín elaboró un dictamen sobre la organización

jurídica de la Universidad –aprobada por el Consejo Universitario, en el que definió el significado y el alcance de la autonomía y las relaciones entre la Universidad y el Estado, otorgando el grado de nacional para estructurar firmemente a la Universidad Nacional Autónoma de México⁶⁸.

Mas la concepción educativa de filiación cardenista privilegiaba a las escuelas identificadas con la tradición popular de orientación técnica, en detrimento, desde luego, de los representantes universitarios. Así, el modelo de universidad y, principalmente, las profesiones denominadas liberales sufrieron los embates de las severas restricciones presupuestales al grado de, literalmente, hacerlas desaparecer. El ejemplo más elocuente fue el de la UNAM cuando, en 1935, el Consejo Universitario decidió suspender las actividades de la Universidad en virtud de la precariedad presupuestal que sufría la institución declarándose muerta al no tener los medios elementales para subsistir. El presidente Cárdenas declaró que la Universidad se debía ajustar a lo establecido en la Constitución y que debía elaborar una nueva Ley Orgánica, acción que no se realizó gracias al altruismo de sus alumnos y maestros quienes establecieron un Comité Reorganizador de la Universidad que logró mantenerla en funcionamiento. Finalmente, Cárdenas cumplió con el subsidio gubernamental, con lo que la Universidad logró asegurar sus principios fundamentales: autonomía y libertad de cátedra.⁶⁹

⁶⁷ Moreno, B.R., *La escuela del proletariado. Ensayo histórico sobre la educación técnica en México.*, 1ªEd. Universidad de Puebla, IPN, México, 1987. p. 123.

⁶⁸ Cronología de la UNAM (disponible en línea): <http://serpiente.dgsca.unam.mx/rectoria/htm/cronos.html>

⁶⁹ Gómez Nashiki, Antonio, "El movimiento estudiantil mexicano. Notas históricas de las organizaciones políticas, 1910-1971", *Revista Mexicana de Investigación Educativa* 8[17], pp. 187-220, enero-abril 2003.

Capítulo 3.

Expansión de la Educación Química.

3.1 Inicios de la Expansión de la Educación Química. Inicios de la Educación Química en algunas Universidades del Interior de la República Mexicana (1928–1940).

Ésta es una etapa importante en el desarrollo nacional, y en la educación técnica en particular, con la fundación del Instituto Politécnico Nacional (1937), que plasmó una nueva ideología en la enseñanza a todos los niveles, y particularmente para el superior. También fue una etapa difícil para la Universidad, con sus conflictos internos, con su estrecha ley de autonomía y su tendencia liberal frente a los deseos de estructurar una educación socialista por parte del ejecutivo.

Un verdadero ejemplo del inicio de la química en las universidades del interior de la república es lo sucedido en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad Autónoma de Nuevo León, que inicia su historia en 1928, cuando los profesores Antonio Castillo y Andrés Ruiz Flores, unidos por el mismo espíritu de progreso, vieron la necesidad urgente de crear una Escuela de Química y Farmacia en Monterrey, ciudad que desde hacía años era famosa en la República y en el extranjero por su industria. La Escuela de Química y Farmacia inicia en el año de 1931, en el local de la Escuela de Medicina a la que se encontraba incorporada, impartiendo la carrera de Farmacéutico, que se cursaba en dos años. Las clases estaban en manos de los profesores Antonio Castillo que dictaba la cátedra de Física; del profesor Andrés Ruiz Flores, la cátedra de Farmacognosia; el Ing. Gustavo Bernal, que impartía las prácticas de Química y Farmacia; el Ing. Raúl Ortiz dictaba la teoría de la Química Inorgánica y el Dr. Rubén Valdez Zambrano, que impartía la cátedra de Higiene de Laboratorio y Primeros Auxilios. El 19 de septiembre de 1933 se convirtió en la Facultad de Química y Farmacia. Durante este período ingresa como catedrático a la Escuela el Profesor Manuel Rangel Rivera quien impulsa cursos prácticos en el Área de Química Inorgánica y Análisis Cualitativo. En 1935 inicia la carrera de Químico farmacéutico, cuya duración era de tres años; en 1936 la carrera de Químico

Industrial (cuatro años) y en 1938 se creó la Carrera de Ingeniero Químico, adoptándose unos planes de estudio semejantes a los de la UNAM⁷⁰. Las diferencias de los planes de estudio respondían a la adaptación a la infraestructura de la institución y a los recursos naturales de la región, íntimamente relacionados con la industria de la localidad.

En lo que se refiere a la química, su estudio se difundió poco a poco a otras universidades del interior del país, las cuales desarrollaron unos planes de estudio, que, sin duda, dejan ver la influencia de los programas educativos de la Escuela de Química. Por ejemplo, la Universidad de Michoacán (1930) que fue la primera en impartir las carreras de Ingeniero químico y Químico farmacéutico, seguida en 1933 por las Universidad Autónoma de Guadalajara, que también comenzó a impartir la carrera de Química⁷¹ adaptaron los planes de estudio de la Escuela de Tacuba. Pero el más claro ejemplo se da en la Universidad de Puebla (inaugurada en 1937) que comienza a impartir, ese mismo año, las carreras de Ingeniero químico y de Químico; continuando con su tradición farmacéutica, moderniza en varias ocasiones la carrera de Químico farmacéutico, hasta que, en 1939, adopta el plan de estudios de la carrera de Químico farmacéutico biólogo impartida en la UNAM⁷².

Durante la época de la creación del IPN y del gobierno del general Lázaro Cárdenas, el Consejo Universitario aprueba, el 21 de enero de 1935, la creación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, de la que formó parte la Escuela Nacional de Ciencias Químicas (de Tacuba). Con el cambio de nombre, se reformaron los planes de estudio de Ingeniería química, Químico farmacéutico y Químico, y se transformó la carrera de Ensayador y metalurgista en Metalurgista Ensayador⁷³.

El cambio más profundo se dio en la carrera de Ingeniería química, en la que se impuso el criterio de los ingenieros: desapareció la llamada ingeniería física industrial y, en

⁷⁰ Historia de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León:

<http://www.uanl.mx/facs/fca/direccion/historia.html>

⁷¹ Valiente-Barderas, Antonio, La enseñanza de la Ingeniería Química en México, *Educación Química* 7[1], página 18, 1996. Archivo(71-polv2.pdf) en: <http://www.fquim.unam.mx/sitio/edquim/index-71.html>

⁷² Mendoza, María Eugenia, Química en Puebla en el Siglo XX: continuación de una tradición., *Rev. Soc. Quím. Mex.*, 45[3], p. 131-135, 2001. p. 133.

⁷³ García Fernández, Horacio, *Historia de una Facultad, Química 1916-1983*, 1ªEd., UNAM, Facultad de Química-Instituto de Investigaciones Históricas (1985). pp.111-112. Urbina del Raso, Alberto, "La ingeniería química y su enseñanza en la UNAM", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 213-214.

su lugar, surgieron los primeros cursos de ingeniería química. Se intensificaron las matemáticas (4 cursos en total) reforzando la enseñanza del cálculo y las ecuaciones diferenciales, y se ampliaron los estudios de química con dos de orgánica y dos de inorgánica; surgieron nuevos cursos como los de resistencia de materiales, estática, cinemática, máquinas térmicas y termodinámica química, que ampliaron la base teórica del conocimiento de los procesos industriales.

El resultado fue un plan de estudios organizado racionalmente por áreas: matemáticas, física, fisicoquímica, análisis, dibujo, mecánica, electricidad, etc., orientado específicamente a la preparación de ingenieros químicos y limitado en términos generales a la preparación que se consideraba indispensable para el estudio de la Ingeniería química; por lo que eliminaron materias como microbiología, mineralogía y geología, geometría descriptiva e ingeniería civil; se suprimieron las tecnologías químicas e inició la tendencia a reducir el tiempo dedicado a los análisis químicos.⁷⁴

Se identificó el estudio de la ingeniería química con las operaciones unitarias, que era un modelo a escala de lo que debería ser la ingeniería química. De las leyes físicas y fisicoquímicas fundamentales se deducía la teoría básica de las operaciones unitarias, se complementaba con las características de los equipos en que podían realizarse y se llegaba a una serie de relaciones matemáticas que ligaban las variables más importantes de la operación; para seleccionar el equipo más adecuado y estudiar la influencia de las variables en la capacidad y economía de la operación, los servicios requeridos para efectuarla, las dimensiones del equipo, el concepto fundamental de instrumentación y, en algunos casos menos complejos, las instrucciones básicas de la operación. Siendo una buena preparación para ejercer actividades no tan específicas como cálculo, diseño y operación de equipos y plantas industriales, con lo que los ingenieros químicos empezaron a ejercer profesionalmente actividades como promoción, evaluación económica, mercado, mantenimiento y administración de empresas, entre otras.⁷⁵

⁷⁴ Urbina del Raso, Alberto, "La ingeniería química y su enseñanza en la UNAM", en Garriz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 213-214.

⁷⁵ *Ibid.* pp. 212-213.

La carrera de Químico también se modificó profundamente: a partir de 1927 se cursaba en tres años, y en cuatro a partir de 1935; el curso de matemáticas de primero se dividió en uno de complementos álgebra y otro de geometría analítica y cálculo integral; se dio un curso más de análisis cuantitativo, y la química orgánica con prácticas se dividió en la química orgánica cíclica y en la acíclica.

La carrera de Ensayador metalurgista siguió siendo de dos años, pero se le añadieron materias como física hidrostática y calor y física óptica; el curso de química inorgánica con prácticas se dividió en la de los no metales, y en la de los metales. También los Químicos farmacéuticos se encontraron con un nuevo plan en 1935 que alargaba la carrera de tres a cuatro años. Se introdujo un curso de álgebra –curso único de matemáticas. Surgieron una serie de materias biológicas, como nociones de histología, fisiología, análisis bacteriológicos, química legal y bioquímica; adicionalmente aparecieron, por primera vez los cursos de análisis químico-clínicos. El curso de orgánica también se dividió en su parte cíclica, y su parte acíclica, cursos que demuestran una tendencia notoriamente científica.⁷⁶

Sin embargo, en estos años la industria artesanal seguía siendo la que demandaba el trabajo de los egresados de la Escuela de Química; porque la industria privada estaba dominada por los extranjeros, interesados únicamente en la mano de obra barata y en la mayor explotación de los recursos naturales de la República Mexicana, que estaba por reforzar su soberanía.

El 31 de mayo de 1933, con la postulación a la presidencia de la república del general Lázaro Cárdenas, México entró en una etapa prometedora que comenzó con una sorprendente campaña, que iba acompañada del programa de gobierno que seguiría de ser elegido. Programa que había sido incorporado al primer Plan Sexenal elaborado por el Partido Nacional Revolucionario.

Al salir victorioso el 1º de julio y al tomar posesión el 1º de diciembre de 1934, comenzó con lo que creía ser el progreso de la revolución, las estipulaciones del Plan Sexenal y las promesas hechas al pueblo durante su campaña.⁷⁷

⁷⁶ Espejo González, Ofelia, "La profesión farmacéutica", en Garriz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991), pp. 241.

⁷⁷ Dulles, John W.F., *Ayer en México. Una crónica de la revolución (1919-1936)*, Fondo de Cultura Económica, primera edición de en español, quinta reimpression, México, 2000. pp. 526-527, 536-537, 572.

Para mediados de junio de 1935, la caída de Calles como poder político era definitiva; lo que le permitió a Lázaro Cárdenas obtener varios logros durante su período presidencial. Período trascendental para el desarrollo del Estado mexicano⁷⁸. Además, “la escuela se concibió como un elemento activo y útil, que se ligó al programa de reformas económicas y sociales de carácter nacionalista, antiimperialista y popular”.⁷⁹

Durante su gestión se produjeron una serie de reformas sociales como la expropiación petrolera (18 de marzo de 1938) –tan importante para el desarrollo de la industria química nacional–, la nacionalización de los ferrocarriles, la creación de importantes cooperativas obreras, así como un decidido impulso a la actividad ejidal. Por otro lado, es bajo su gobierno cuando se establecen los fundamentos para articular el desarrollo industrial, siendo el estado el principal promotor y conductor, con lo que buscó modificar las relaciones de producción y dependencia, y así afirmar la soberanía nacional para sentar –finalmente– las bases de la modernización del país.

La educación durante este período recibió un impulso significativo, expresado no sólo en la multiplicación y reforzamiento de los centros docentes, sino, sobretudo, en consolidar un sistema de enseñanza complementario al universitario, al hacer realidad el proyecto de articular un sistema de educación tecnológica que, para 1934, contaba ya con una extensa red de instituciones tanto en el medio rural con las escuelas regionales y campesinas, como en el medio urbano con las escuelas agrupadas en torno al Departamento de Enseñanza Técnica Industrial y Comercial. Creó, junto con Narciso Bassols y Juan de Dios Bátiz, un subsistema de enseñanza técnica de nivel superior que ofreciera al gobierno la alternativa de contar con una infraestructura educativa adecuada, que produjera no hombres de pensamiento general, sino individuos con especialidades concretas y perfectamente definidas que se vincularan lo más rápido posible al desarrollo de la industria nacional, laborando en los diferentes niveles de producción, gracias a la educación técnica recibida en las escuelas prevocacionales, vocacionales y politécnicas.⁸⁰

⁷⁸ Córdova, Arnaldo, *La ideología de la revolución mexicana*, Edit. Era, México, 1984. p. 23.

⁷⁹ Solórzano Gómez, Cristian, *Un Análisis Histórico de la Educación Tecnológica en México (1934–1982)*, Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales (1986). pp. 2, 7–8.

⁸⁰ Solórzano Gómez, p. 23–26.

3.2 Contribuciones del Exilio Español a la Educación Química.

Primera Etapa del Instituto de Química (1933–1963)

Durante la década de los treinta un nutrido grupo de obreros, científicos, artistas e intelectuales llegó a México exiliado después de la Guerra Civil Española (1933–1936); por muchas razones, inicialmente contribuirían a revitalizar la enseñanza y la práctica de la química, incidiendo primero en la educación y, posteriormente, en la industria química y farmacéutica; con personajes de la talla de Augusto Pérez Victoria, José Giral Pereira, Francisco Giral González, Adela Bárnés, Pilar Rius, Eugenio Muñoz Mena y muchos otros. Además, en esta época se crea la “Casa de España”, hoy día Colegio de México, que cumplía la misión de acomodar y encauzar a los exiliados en la vida mexicana.

El Colegio de México y el Banco de México auspiciaron la creación del Instituto de Química de la UNAM, que se inauguró el 5 de abril de 1941, y contaba, apenas, con dos laboratorios y una pequeña biblioteca⁸¹. Fue en esta época brillante, el período de 1935–1942, la que marcó el éxito y la profesionalización de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas, en la que Fernando Orozco y el español Antonio Medinaveitia, fundadores del Instituto de Química, se lanzaron a la tarea de crear el primer centro de educación superior capaz de otorgar el grado de doctor a los químicos en la República Mexicana⁸², con lo que inició formalmente la investigación química en México. La falta de investigadores, equipo, reactivos, entre otras cosas, hicieron que el inicio del centro de investigación, ubicado en los edificios de Tacuba, fuera lento e incierto. Afortunadamente, el creador de la industria Sosa–Texcoco, Antonio Medinaveitia, inició una cooperación con la escuela, a fin, de que los estudiantes realizaran un proyecto de investigación para que pudieran elaborar su tesis profesional⁸³; además, impulsó una labor fundamental para el desarrollo nacional, la vinculación escuela–industria, cuando en 1948 Syntex pidió el apoyo del Instituto para

⁸¹ Giral Barnés, José, “Contribuciones del exilio español a la química en México en el siglo XX”, *rev. Soc. Quím. Mex.*, 45[3], pp. 120–122, 2001; García Fernández, Horacio, *Historia de una Facultad, Química 1916–1983*, 1ª Ed., UNAM, Facultad de Química–Instituto de Investigaciones Históricas (1985). pp.136–137.

⁸² Padilla Olivares, Javier, Génesis de una facultad, *Revista de la Sociedad Química de México*, Vol. 45[3], pp. 105–108, 2001. pp. 108.

⁸³ Walls, Fernando, “El Instituto de Química: inicio de la investigación.”, en Garritz Ruiz, Andoni, *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 112.

hacer estudios e investigaciones en el campo de los esteroides –colocando a México a la vanguardia de la industria hormonal⁸⁴.

Antonio Medinaveitia se puso en contacto con la fundación Rockefeller, con lo que consiguió un apoyo que mantuvo hasta 1963, obteniendo, entre otras cosas, reactivos y equipo. También fue él, quien se encargó de la organización y realización de los estudios superiores para conferir el grado de doctor en ciencias, atrayendo a alumnos muy destacados de la Escuela de Química, sobresaliendo Humberto Estrada, Octavio Mancera, José Iriarte, Alberto Sandoval y, sobretodo, José F. Herrán, quien haría posible la creación de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química, de la UNAM.

A pesar de la creación del Instituto de Química de la UNAM, la investigación seguía sin ser apoyada por la nación, y muchos menos por la localidad, ni siquiera era apoyada en el ámbito institucional; por lo que la formación de los químicos era completamente enfocada a la parte práctica o técnica, es decir, hacia la llamada *química industrial*, influencia que se ve fuertemente marcada en las Universidades.

No se logró favorecer la investigación ni siquiera por el considerable cambio ocurrido durante el período de posguerra, donde se produjo un cambio radical respecto al papel asignado a los laboratorios industriales, a los que se les dio un notable impulso en el ámbito internacional, profundizando su carácter de centros de investigación multidisciplinarios, con propósitos fundamentales de innovación tecnológica para las empresas de las que formaban parte; pues se crearon nuevos mecanismos de generación y aplicación de los conocimientos en los sistemas de producción bajo un ambiente de fuertes competencias económicas, por lo que cambió la manera de hacer ciencia y todo el sistema de producción.⁸⁵

⁸⁴ Miramontes, Luis E., "La industria de esteroides en México y un descubrimiento que cambiaría al mundo", *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 45[3], pp. 102–104, 2001.

⁸⁵ Guerrero, O.G., "La revolución científico técnica", *Ciencia, Arte: IPN Cultura*, 3[16], noviembre–diciembre, México, D.F. pp. 43–48; Rico Rodríguez, Lilia, *Contribuciones científicas de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas al desarrollo científico nacional*, Tesis de Maestría, IPN, ESCA–Sección de Estudios de Posgrados e Investigación, México (2001). p. 24.

3.3 La Química en el Instituto Politécnico Nacional (1932).

"La Técnica al Servicio de la Patria".

En 1932 surgió la idea de integrar y estructurar un sistema de enseñanza técnica, concebido como un verdadero sistema de enseñanza industrial capaz de apoyar a la creación de una infraestructura básica para la industrialización del país; proyecto en el que participaron destacadamente el licenciado Narciso Bassols, secretario de Educación Pública, y los ingenieros Luis Enrique Erro y Carlos Vallejo Márquez –líderes del Departamento de Enseñanza Técnica, Industrial y Comercial⁸⁶. Defendían la idea de forjar una institución alternativa que ofreciera un nuevo tipo de profesionales, diferentes, pero igualmente importantes que los universitarios, pues consideraban que el tipo mental del hombre destinado al ejercicio técnico debía ser especializado y concreto, eficiente y rápido, con un conocimiento actual y preciso⁸⁷ –como Venustiano Carranza y Félix F. Palavicini buscaban dignificar la educación técnica elevando su nivel académico⁸⁸.

Según Luis Enrique Erro *la enseñanza técnica es aquella que tiene por objetivo adiestrar al hombre en el manejo inteligente de los recursos teóricos y materiales que la humanidad ha acumulado para transformar el medio físico y adaptarlo a sus necesidades*⁸⁹ –mientras que “la ciencia es la actividad humana creativa, cuyo objetivo es la comprensión de la naturaleza y cuyo producto es el conocimiento”⁹⁰.

Pensamientos que terminaron por darle forma al propósito del presidente Lázaro Cárdenas de crear opciones educativas con una función social, destinadas para los hijos de los trabajadores, donde la calidad fuera la prioridad. El ingeniero Juan de Dios Bátis fue el ejecutor de la parte más ambiciosa de este proyecto presidencial, creando al Instituto Politécnico Nacional y, coordinando las escuelas que lo constituyen; para lo cual no requirió de una ley previa porque el “Poli” nació por sí solo, justificando su existencia

⁸⁶ Extraída de la página del Politécnico (www.ipn.mx), disponible en línea, en la “Cronología del IPN”.

⁸⁷ Robles de la Rosa, Leticia y Ruiz, M., “El IPN: Seis décadas de un proyecto educativo”, *Revista de la Educación Superior en Línea*, Vol. XXV (4), número 100, octubre–diciembre de 1996.

⁸⁸ Solana, Fernando, Cardiel Reyes, Raúl y Bolaños, Raúl (coordinadores), *Historia de la educación Pública en México*, SEP–FCE, México, 1981. p. 470.

⁸⁹ Solana, Fernando (1981). pp. 475.

⁹⁰ Pérez, T.R., *Ciencia, paciencia y conciencia*, 1ª ed., Siglo XXI editores, México, 1991.

como respuesta a una necesidad social⁹¹, que correspondía con el programa educativo de Cárdenas, de los que destacan los siguientes puntos del plan sexenal: control definitivo del estado sobre la enseñanza primaria y secundaria, precisando su orientación social, científica y pedagógica, su carácter no religioso y socialista; la preparación profesional adecuada del personal y su identificación con los fines de la nueva escuela; atención preferente a la educación agrícola en todos sus niveles; preferencia de la enseñanza superior orientada a la preparación de técnicos capaces de transformar el medio y la naturaleza, a fin de mejorar las condiciones de vida del pueblo mexicano⁹².

El 1° de enero de 1936 se da a conocer la existencia del IPN con la aprobación de la SEP, bajo la coordinación de Juan de Dios Bátiz, en los edificios erigidos en el Casco de Santo Tomás, y el 2 de enero de 1937 se inauguran los cursos en el Instituto Politécnico Nacional, del que formaron parte la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) y la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA), únicas instituciones que estarían vinculadas con la enseñanza de la química —que pronto mostraría ser necesaria para consolidar la reconquista de la propiedad originaria de la Nación sobre los recursos naturales, y así, “atenuar las relaciones de dependencia”⁹³.

En 1944 la Federación Nacional de Estudiantes Técnicos logra el reconocimiento definitivo de la validez de los estudios politécnicos, y cinco años después se expide la primera Ley Orgánica del Instituto que ratifica los objetivos con los que fue creado, y su vínculo con los objetivos del estado.

Durante la década de los treinta se comenzó a notar una notoria diferencia sobre el impacto las actividades científicas y tecnológicas en el desarrollo profesional; por lo que se resaltó el valor teórico de la educación, es decir, la profundidad científica, sin olvidar su aplicabilidad.

⁹¹ Solana, Fernando. pp. 293, 481.

⁹² Robles, Martha, Educación y Sociedad en la Historia de México, 5ª. Ed., México, Siglo XXI Editores, 1981, p. 162.

⁹³ Solórzano Gómez, Cristian, *Un Análisis Histórico de la Educación Tecnológica en México (1934–1982)*, Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, México (1986). p. 39.

3.3.1 *Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB).*

La historia de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas inicia en la década de los treinta, con “la iniciativa de un grupo de maestros progresistas de la UNAM”⁹⁴, que deseaban presentar al Congreso Universitario una nueva forma de estructurar la enseñanza de las ciencias biológicas en la especialidad de bacteriología y parasitología en nuestro país. Dicha especialidad tradicionalmente había estado ligada con la enseñanza de la medicina humana y veterinaria, y en menor grado con la agricultura.

El 28 de enero de 1934, La Escuela de Bacteriología abrió sus puertas en la Calle de Rosales #26, formando parte de la Universidad Gabino Barreda, fundada en 1933 con la participación activa de Vicente Lombardo Toledano. La escuela contaba con tres aulas, una de 6X4m, otra de 6X5m, y una caballeriza, en la que se instaló un laboratorio de química (actualmente cuenta con 15 departamentos donde se realizan actividades de investigación y docencia) –los maestros cedieron un año de su salario para construir los primeros laboratorios. Un año después, la Universidad Gabino Barreda se transformó en la Universidad Obrera, y corrió el riesgo de desaparecer, pero en ese momento se estableció con la SEP el convenio, con el que, de constituirse el Politécnico, la escuela formaría parte de la institución⁹⁵. En 1936, a la fundación del IPN, se incorporó con el nombre de Escuela de Bacteriología, Parasitología y Fermentaciones, ofreciendo las carreras de Químico Bacteriólogo y Parasitólogo, que se cursaba en cuatro años, y la recién creada de Químico zímólogo⁹⁶.

En 1938 se traslada al Caso de Santo Tomás con el nombre de Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, ofreciendo las carreras de: Antropólogo físico y social, Botánico, Entomólogo, Hidrobiólogo, Higienista, Dietólogo, Médico rural, Zoólogo, Químico bacteriólogo y parasitólogo y Químico zímólogo. Durante este año comienza la incorporación de algunos científicos españoles que tuvieron una importante influencia sobre el modelo de educativo de la institución. También, en este año, y hasta 1945, es

⁹⁴ Rico Rodríguez, Lilia, *Contribuciones científicas de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas al desarrollo científico nacional*, Tesis de Maestría, IPN, ESCA–Sección de Estudios de Posgrados e Investigación, México (2001). p. 61.

⁹⁵ Mendoza Ávila, Eusebio, “La educación tecnológica en México”, en Solana, Fernando, Cardiel Reyes, Raúl y Bolaños, Raúl, *Historia de la educación Pública en México*, SEP–FCE, México, 1981. p. 473.

⁹⁶ Historia de la ENCB disponible en: <http://www.encb.ipn.mx/inicio/antecedentes/index1.html>

cuando comienzan sus trabajos de investigación, y tesis, realizando los proyectos en el Instituto Nacional de Higiene, en el Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales y en el Instituto de Estudios Biomédicos del Hospital General⁹⁷, lo cual deja ver los objetivos notoriamente biológicos de la institución, aun cuando ya contaba con “carreras químicas”. Cabe destacar, que para la década de los cuarenta, nace la investigación en química orgánica dentro de la institución con los profesores Pablo Hope y Hope y José Erdos, el primero de ellos orientado en procesos bioquímicos y biotecnológicos; mientras que el Dr. Erdos se concentraría en aspectos básicos de la síntesis orgánica y de la química farmacéutica⁹⁸.

En 1939, el año de creación de la carrera de Químico biólogo, sale a la circulación el primer ejemplar de la revista “Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas”, que sigue publicándose hasta la fecha. Al siguiente año se crea la carrera de Químico farmacéutico e inicia el sexenio de Ávila Camacho que daría gran apoyo a las ciencias biomédicas, promoviendo una reorganización de la ENCB, dotándola de pabellones y laboratorios⁹⁹.

En 1950 inicia en esta Escuela la investigación bioquímica, a cargo del doctor Juan Roca Olevé, consolidándose como núcleo de investigación con el profesor Manuel Castañeda-Argulló, junto con el núcleo de química-biológica de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, dirigido por su impulsor, José Laguna¹⁰⁰. Al iniciar la esta década las carreras que se impartían en las ENCB eran: Biólogo, Farmacéutico (que desaparece en 1952), Químico bacteriólogo y parasitólogo, Químico Farmacéutico, Químico biólogo y Químico Zimólogo, las últimas dos se fusionan en 1956 en la carrera de Ingeniero Bioquímico, que pronto, tendría una especialidad en tecnología de alimentos (1958). En 1962 se constituye la carrera de Químico farmacéutico industrial.

⁹⁷ Pérez Miravarte, Adolfo, 50 años de investigación en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (1934–1984): una valoración crítica a la luz de su evaluación histórica, ENCB–IPN–Investigaciones, México, D.F. (1984). pp. 17–18, 21.

⁹⁸ Tamariz Mascarúa, Joaquín, “La química orgánica en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, *Rev. Soc. Quím. Mex.* 45[3], pp. 128–130, 2001. p. 128

⁹⁹ Solórzano Gómez, Cristian, *Un Análisis Histórico de la Educación Tecnológica en México (1934–1982)*, Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, México (1986). p. 60.

¹⁰⁰ Sánchez de Jiménez, Estela, “La investigación bioquímica en México”, en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991). p. 362.

Con la llegada al poder del presidente Luis Echeverría, se aprueban los primeros doctorados y maestrías impartidos en la institución. En 1965, el IPN inicia una colaboración con la Universidad de los Angeles, California, para otorgar el grado de maestro y doctor en Ciencia de los Alimentos¹⁰¹.

Actualmente, en la ENCB se cursan las carreras profesionales: Biólogo, Ingeniero en sistemas ambientales, Ingeniero bioquímico, Químico bacteriólogo y parasitólogo y Químico farmacéutico industrial, todas con duración de 10 semestres. Adicionalmente, se imparten nueve especialidades, dieciséis maestrías y once doctorados en ciencias¹⁰², que buscan el desarrollo de profesionales y técnicos especializados con habilidades primordialmente en áreas biológicas y de la salud, teniendo a la química como una herramienta indispensable para la comprensión de los fenómenos biológicos.

3.3.2 *Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE).*

En 1922 se crea la Escuela Técnica de Maestros Constructores, que ofrecía carreras teórico-prácticas cortas como constructor técnico, montador eléctrico, maestro de obras, entre otras; destacando, con relación a la ingeniería química, las de perforador de pozos y capitán de minas¹⁰³. Esta institución dio lugar a la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional, que al poco tiempo albergaría las carreras de Ingeniero químico petrolero e Ingeniero metalúrgico, que surgen ante la necesidad de contar con técnicos y profesionales adecuados y suficientes para la industria petrolera recién nacionalizada.

La nacionalización de las industrias estratégicas, pudo llevarse adelante gracias a que los técnicos mexicanos pudieron hacer frente a las presiones derivadas de la salida masiva de técnicos extranjeros y resolver, con éxito, los complejos procesos de producción¹⁰⁴.

¹⁰¹ Mendoza Ávila, Eusebio, "La educación tecnológica en México", en Solana, Fernando, Cardiel Reyes, Raúl y Bolaños, Raúl, *Historia de la educación Pública en México*, SEP-FCE, México, 1981. p. 501.

¹⁰² Historia de la ENCB disponible en: <http://www.encb.ipn.mx/inicio/antecedentes/index1.html>

¹⁰³ Mendoza Ávila (1981). p. 473.

¹⁰⁴ Solórzano Gómez (1986). p. 35.

En 1939, el General Lázaro Cárdenas del Río, expidió el decreto presidencial que autoriza la formación de las dos carreras: Ingeniero químico petrolero e Ingeniero metalúrgico. Los cursos comenzaron a impartirse al siguiente año, y los planes de estudio se estructuraron rápidamente, por lo que adolecieron de algunos defectos. En estas circunstancias destaca la clara visión del Ingeniero Estanislao Ramírez Ruiz, profesor fundador de la ESIQIE, quien en 1944 propuso que se conformara una nueva carrera: la de Ingeniero químico industrial, con conocimientos para trabajar no sólo en la Industria del Petróleo, sino también en toda la industria química. Para ello se formaron cuatro especialidades: Petróleo, Azúcar, almidón y alcohol, Microbiología industrial, y Celulosa y plásticos¹⁰⁵. Respondiendo a las necesidades gubernamentales del período de Ávila Camacho, en el que la industrialización se convirtió en el perno de la política, medidas a las que se sumaron la ampliación de la red de carreteras, la construcción de presas y complejos hidrológicos, la ampliación de obras de electrificación, así como el decidido apoyo a las instituciones y a las empresas estatales¹⁰⁶.

En 1945, México inició la ampliación y modernización de sus instalaciones petroleras, como consecuencia, nació la industria petroquímica, lo que motivó un rápido desarrollo de las carreras mencionadas y la necesidad de otras profesiones afines al campo industrial de la química. En este año, un selecto grupo de catedráticos comenzó a impartir la nueva carrera, que tuvo amplia aceptación entre los estudiantes, y en poco tiempo llegó a ser la más solicitada de la ESIA. Esta situación, y la carencia de laboratorios adecuados, hizo ver la conveniencia de crear una escuela enfocada a la enseñanza de la ingeniería química.

Así, el 18 de noviembre de 1947, el Licenciado Miguel Alemán Valdés, presidente de México, firmó el acuerdo para crear la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, que ofrecería tres carreras: Ingeniero metalúrgico, Ingeniero químico petrolero e Ingeniero químico industrial.

En mayo de 1948, cumpliendo el acuerdo presidencial, se nombra director y equipo de trabajo, docente y administrativo, creando oficialmente la Escuela Superior de Ingeniería

¹⁰⁵ Ávila Galinzoga, Jesús, "La carrera de la Ingeniería química en el ESIQIE", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 105.

¹⁰⁶ Solórzano Gómez (1986). p. 42.

Química e Industrias Extractivas (ESIQIE), institución formada y sostenida por el estado para capacitar a los técnicos en la planeación, diseño, construcción y operación de plantas químicas y metalúrgicas, y también con conocimientos y habilidades docentes y de investigación, y con la capacidad necesaria para el desarrollo de tecnológico¹⁰⁷.

Este último es un aspecto compartido por la Facultad, y de suma importancia para el desarrollo de la industria química nacional, porque es necesario romper con la dependencia tecnológica, y desarrollar conocimientos y procesos para crear una tecnología de punta nacional que compita en el mercado internacional, y no seguir aplicando procesos y equipos que generan dependencia hacia las grandes potencias industriales. Es necesario modificar la visión nacional hacia el desarrollo científico, y considerar a la ciencia como una inversión, que ayudará a acelerar la independencia económica del país.

Los planes de estudio de la ESIQIE, en lo posible, habían ido evolucionando a medida que lo hacía la ciencia, la enseñanza de la ingeniería química y cuando lo requería el país. El plan de estudio de 1945 se enfocaba principalmente en tres áreas de estudio, la química analítica, la ingeniería química y las tecnologías. En 1949, el ingeniero Estanislao Ramírez modificó los planes de estudio, dándole más importancia a las operaciones unitarias y a los procesos unitarios; también introdujo cursos sobre diseño y aspectos económicos, aumentando el período de estudios a cinco años. Es alrededor de los años cincuenta, cuando se inicia un desarrollo sostenido en la fabricación de productos químicos básicos, lo que da lugar a que el ingeniero se vea involucrado en actividades de montaje de plantas, de ingeniería de detalle y de la estimación de costos del proyecto, iniciándose la disciplina de la ingeniería química de proyectos¹⁰⁸.

La década de los sesenta estuvo marcada por el nacimiento y desarrollo explosivo de la industria petroquímica básica y secundaria, iniciando una considerable diversificación de la última, y un aumento importante en la producción de plásticos y fibras sintéticas por lo que el ingeniero químico se dio a la tarea de asimilar y adaptar tecnología induciendo modificaciones en los planes de estudio; además comenzó a manejar parámetros

¹⁰⁷ Solórzano Gómez (1986). p. 105-106.

¹⁰⁸ Hernández-Luna, M., *Propuesta curricular para la carrera de Ingeniero químico*, Facultad de Química, UNAM, 1987.

económicos a escala nacional y a actuar en los mercados internacionales¹⁰⁹. Los planes fueron modificados en 1965, en 1975 y en 1983; con la tendencia de disminuir el tiempo dedicado a la química analítica e intensificar la enseñanza de las operaciones unitarias y de los procesos unitarios; mantenido materias de índole económico y otorgándole mayor importancia a las materias básicas (física, matemáticas y química). Se reglamentó la relación escuela-industria, a través de actividades obligatorias en el sector industrial, que van desde visitas a plantas, en los primeros años, hasta prácticas profesionales, en los últimos¹¹⁰.

En 1969 la ESQIE creó la primer maestría orientada a la industria siderúrgica: Maestría en Ciencias con Especialidad en Metalurgia, que “tiene por objetivo preparar personal para la docencia y para la investigación científica, a fin de disminuir la dependencia tecnológica y asegurar un desarrollo independiente”¹¹¹. Tres años después, la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, comienza a ofrecer otra maestría en siderurgia en el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, con el apoyo de la UNAM.

En 1992, finalmente, y con décadas de rezago –consecuencia de la dificultad de transformación de los planes de estudio en las grandes instituciones, se aprobó incorporar la opción en polímeros dentro de la carrera de Ingeniero Químico Industrial¹¹², lo cual es un avance indispensable, especialmente si se considera que “estamos en la era del plástico”¹¹³, lo que implica la transformación de materias primas para la elaboración de productos terminados. Ahora México, al ser un país productor de petróleo, cuenta con la materia prima necesaria, para, gradualmente, implementar la producción, venta y exportación de productos terminados, y así disminuir la venta de materias primas, con lo que abolirá parcialmente la compra de productos manufacturados en el extranjero; y así, abatirá el costo final al ser en su mayoría productos manufacturados en la nación y con capital nacional, generando empresas capaces de competir en el ámbito internacional, para lo cual se

¹⁰⁹ Valiente-Barderas, Antonio, “La enseñanza de la Ingeniería Química en México”, *Educación Química* 7[1], páginas 16–24, 1996. p. 19.

¹¹⁰ Valiente-Barderas (1996), pp. 106–108.

¹¹¹ Villagómez, Rafael y Ríos, Herculano, “Formación de recursos humanos para la industria siderúrgica”, *Revista de la Educación Superior* 18, abril–junio de 1976.

¹¹² En el plan de estudios de Ingeniero químico (1967) de la Facultad de Química. De la UNAM ya se contempla el estudio de “Plásticos y silicones” como materia optativa.

¹¹³ Garriz Ruis, Andoni y Chamizo, José Antonio, *Del tequesquite al ADN. Algunas facetas de la química en México*, Fondo de Cultura Económica, México (1997). pp. 118, 92–121.

requiere desarrollar un complejo capaz de desarrollar de manera racional y periódica ciencia y tecnología de punta.

Cabe recordar que el desarrollo de la Ingeniería química en el IPN, es primordial para el desarrollo industrial, porque es una de las instituciones más grandes del país y es una de las que presenta mayor número de egresados. Sin olvidar que el IPN estuvo íntimamente ligado a los Institutos Tecnológicos Regionales creados por la necesidad de descentralización y desconcentración educativa –este tema se aborda posteriormente con mayor amplitud.

3.3.3 *Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI).*

Una de las ramas del conocimiento interdisciplinario que con mayor intensidad se consolidó durante la década de los ochenta fue la Biotecnología, integrada por la fusión de las técnicas, métodos y conocimientos de las ciencias biológicas y médicas, con las respectivas de la ingeniería, para la generación de sistemas, procesos y productos relacionados con la alimentación, la salud y el medio ambiente. Por esto, y con el propósito de estar a la vanguardia en la educación biotecnológica nacional, el IPN condujo, desde 1986, los estudios que fructificaron en la creación de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, aprobada en junio de 1987, por el Consejo General Consultivo del Instituto. La UPIBI se visualiza como un centro de investigación y desarrollo capaz de formar profesionales para la investigación aplicada, el diseño de bioprocesos, bioproductos y el equipo fundamental involucrado en ellos, y para intervenir en el desarrollo de la ingeniería básica, la ingeniería al detalle y la integración de paquetes tecnológicos transferibles al sector productivo. Este tipo de formación requiere necesariamente de la participación constante del educando en proyectos de investigación y desarrollo tecnológicos.¹¹⁴

Para el cumplimiento de sus objetivos, la UPIBI imparte educación a nivel licenciatura, maestría y doctorado, en cursos de capacitación técnica y de actualización, especialización y superación académicas en sus modalidades escolar y extraescolar; desarrolla proyectos de

¹¹⁴ Historia de la UPIBI: <http://www.ipn.mx/ecus/upibi.htm>

investigación tecnológica para fomentar el desarrollo de la biotecnología y la bioindustria; establece acciones de vinculación con el sector productivo y difunde los resultados de los trabajos de investigación y desarrollo tecnológicos.

3.4 Desarrollo de las Carreras Impartidas por la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (1940).

Durante la década de los cuarenta ocurrieron los sucesos que marcaron el inicio del desarrollo moderno de la Universidad Nacional Autónoma de México. El 3 de marzo de 1943, el rector Rodolfo Brito Foucher solicitó al presidente la república que dotará a la Universidad de los terrenos ejidales correspondientes a los poblados de Tlalpan, Copilco, Padierna y San Jerónimo Aculco para construir la Ciudad Universitaria. El 25 de septiembre de 1946, Manuel Ávila Camacho determinó la expropiación de 733 hectáreas localizadas en el punto solicitado. Sin embargo los conflictos internos hicieron renunciar antes al rector, ocupando el puesto Alfonso Caso, gestión de la que resultó la Ley Orgánica de 1945 de la Universidad Nacional Autónoma de México –todavía en vigor¹¹⁵. Rafael Zubirán, rector de la Universidad desde el mes de febrero de 1946, consiguió el mejor financiamiento dado hasta entonces a la máxima casa de estudios –en contraste con el bajo presupuesto otorgado por el sexenio a la educación; con lo que inició la construcción de la Ciudad Universitaria.

Estos sucesos tuvieron un impacto nacional pues para la década de los cincuenta, se hace notar en el interior de la república la importancia de no descuidar la modernización de la enseñanza y la formación de los investigadores, favoreciendo la búsqueda de la autonomía para varias comunidades universitarias y comenzando con una importante expansión de la demanda educativa, que cristalizó, entre otros hechos, en la construcción, o en el anhelo de la construcción, de varias ciudades universitarias en el interior de la República Mexicana.

Lo cual no impidió, sino que probablemente favoreció que se dieran ciertos avances en el ámbito nacional con el surgimiento y/o expansión de educación superior en diferentes áreas especializadas, como las de Química en alimentos y la Química metalúrgica; que a pesar de ser netamente tecnológicas, no se puede negar una notoria influencia en la sociedad. Porque sin lugar a dudas el uso de la tecnología ha tomado día a día mayor importancia, especialmente si se considera la urgente necesidad de acelerar los procesos

¹¹⁵ Valadés, Diego, "La educación universitaria", en Solana, Fernando, Cardiel Reyes, Raúl y Bolaños, Raúl (coordinadores), *Historia de la educación Pública en México*, SEP-FCE, México, 1981. pp. 573-574.

que permitan los avances tecnológicos, ya que el uso de la tecnología permite el establecimiento de sistemas, servicios, instalaciones y formas de producción que repercuten directamente en la vida de la comunidad, en lo individual y en lo social, en lo económico y en lo cultural, en las formas de relación y en la comunicación; además, de la capacidad de incorporación de un país a los avances tecnológicos dependen sus posibilidades de modernización. Sin duda lo que en gran medida permite a un país no sólo incorporarse a los avances tecnológicos, sino promoverlos y acelerarlos, es “la educación, particularmente la de nivel superior (considerando que esta debe retroalimentar a todo el sistema educativo), porque por medio de ella se forman y preparan los individuos que pueden hacer posible dicha acción”¹¹⁶.

Las carreras impartidas por la Escuela de Ciencias Químicas de Tacuba eran las de Ingeniería química, Químico, Químico farmacéutico biólogo y Químico metalurgista; las cuales, para la década de los cuarenta, habían dejado atrás su origen necesariamente técnico, para incrementar su profundidad científica y tecnológica. En lo que se refiere a los planes de estudio fueron modificados en 1954 –la mayoría no habían sido actualizados desde 1935. Sufrieron ligeros cambios orientados, principalmente, a la vinculación escuela-industria por medio de la reglamentación de visitas industriales y prácticas profesionales y, como ya se dijo, internamente los programas de las materias dejaron atrás su funcionalidad técnica. La modificación más importante la sufrió la carrera de Químico metalúrgico, que extendió su programa a tres años, incluyendo materias de matemáticas (Complementos de álgebra y dos cursos de Geometría analítica y cálculo diferencial e integral), además de cursos de fisicoquímica; comenzando su ascenso hacia una carrera de nivel superior: hacia la ingeniería. Lo más relevante para la carrera de Ingeniería química fue la integración del concepto de fenómenos de transporte, según el cual existen puntos de referencia en todo balance de operación en que permanecen constantes la energía, la masa y el *momentum*¹¹⁷. En lo referente a la carrera de Química, seguía identificada con la llamada química industrial, sin poder alcanzar una estructura verdaderamente científica, por lo que la

¹¹⁶ Rangel Guerra, Alonso, “Objetivos de la enseñanza superior frente a los requerimientos del desarrollo y el avance tecnológico”, *Revista de la Educación Superior* 1[1], 1972, p. 37.

¹¹⁷ García Fernández, Horacio, *Historia de una Facultad. Química 1916–1983*, 1ª Ed, México, Facultad de Química-Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, 1985. p. 185.

ingeniería química, seguía aparentando ser la carrera más completa de la institución, en especial porque esta última comprendía prácticamente ambas carreras, distinguiéndose por las materias de ingeniería y por su quinto año de estudio.

El fenómeno más representativo de los últimos años de la Escuela de Tacuba fue el considerable incremento de la matrícula: para 1948 la Escuela contaba con 947 alumnos (164 maestros y 3 maestras), pero para 1956, ya eran 2318 (237 maestros, de los cuales 39 eran mujeres). Con lo que la escuela necesitaba de nuevos espacios para albergar a la creciente demanda educativa, y a las nuevas ideas de cómo hacer las cosas, derivadas de las necesidades de modernización. Un año después la Escuela de Ciencias Químicas comenzó el difícil traslado de los alumnos a sus instalaciones de Ciudad Universitaria, representadas, únicamente, por el Edificio "A" de la actual Facultad de Química. Esto en manos de Francisco Díaz Lombardo que recibió la dirección de Rafael Illescas, quien, entre otras cosas, había promovido la Primera Convención Nacional de Químicos, en 1941, el VIII Congreso Latinoamericano de Química, celebrado en México en 1959, además de fundar, en 1956, la Sociedad Química de México –actos con los que se empezó a generar una red química.¹¹⁸

La carrera de Ingeniería química desde su traslado a Ciudad Universitaria comenzó con una serie de modificaciones a los planes de estudio; los primeros se hicieron ese mismo año, en 1957, aún cuando consideraban que no requería de grandes cambios, sino de sólo algunos ajustes. Por ejemplo, en el área de ingeniería se agregó un curso más, se creó el de diseño de equipo, y el de procesos químicos unitarios, se sustituyó por el de cinética y catálisis –para hacerlo más general. “Los cambios que se realizaron durante los siguientes años, podrían considerarse simplemente como resultado del progreso científico y tecnológico; los cuales, aunque no se reflejaron en los planes de estudio, modificaron la enseñanza de la ingeniería química; por ejemplo, reduciendo la importancia de las operaciones unitarias”¹¹⁹. La carrera de Químico farmacéutico biólogo (1960) comenzó a impartirse con un nuevo plan de estudios en Ciudad Universitaria. Este plan extendía la carrera a cinco años, ampliaba los estudios de materias básicas como química orgánica, a la

¹¹⁸ García Fernández (1985). pp. 172, 203–205.

que se incorporaron la heterocíclica y la de productos naturales; para análisis se incorporaron la de análisis instrumental y la de análisis de medicamentos; adicionalmente, se modernizó la de tecnología farmacéutica y se dio una mayor importancia a materias biológicas como las de inmunología y microbiología, incluyendo biosíntesis de aplicación industrial.¹²⁰

Como se vio, todas las carreras sufrieron modificaciones en 1963, sin embargo ninguna sufrió un cambio verdaderamente significativo. La más notoria es la carrera de Químico, que en ese año se extendió a cinco años de estudio, incluyendo materias como Bioquímica, Química nuclear y radioquímica y Economía industrial; pero sobretodo sufrió un incremento considerable en el número de fisicoquímicas, que pasaron de ser una a cuatro en el nuevo plan; esto a semejanza de la modificación hecha para la carrera de Ingeniería química, de la que no se lograba diversificar completamente, distinguiéndose, para estas fechas, únicamente por las materias de Ingeniería, las de Bioquímica y las de Química experimental aplicada –las últimas asignaturas para la carrera de Química. Además se enfatizó el cambio de la tendencia tecnológica, hacia la científica, mediante la renovación de los nombres de las asignaturas de todas las carreras, nombrándolas con base en el área científica de estudio (Física I, Matemáticas II, Analítica III, Química orgánica IV, etc.), sin que esto repercutiera verdaderamente en los programas de las materias –que nada más se adaptaron, una vez más, al progreso de la ciencia y la tecnología.

En 1966 inicio una profunda reforma universitaria, que llevó a una revisión y actualización de los planes de estudio, no sólo de la universidad, sino de todas las escuelas de educación superior; que dio como resultado la implantación gradual del sistema de cursos semestrales (con la tendencia a reducir la duración de una carrera profesional de 8 a 9 semestres, con un diseño de un programa de ciencias básicas en los primeros cuatro semestres y dos con conocimientos de índole general¹²¹) y la formalización del sistema de créditos –“incrementando considerablemente la responsabilidad de las universidades al

¹¹⁹ Urbina del Raso (1991). pp. 214–215.

¹²⁰ Espejo González, Ofelia, “La profesión farmacéutica”, en Garriz Ruiz, Andoni, *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991), pp. 235–245. p. 242.

¹²¹ Mendoza Ávila, Eusebio, “La educación tecnológica en México”, en Solana, Fernando, Cardiel Reyes, Raúl y Bolaños, Raúl, *Historia de la educación Pública en México*, SEP–FCE, México, 1981 p. 515.

formular sus planes de estudio, a fin de establecer sus propios valores"¹²², e incluso sus estándares de calidad.

Para la Facultad de Química, no sólo significó la modificación en extensión y profundidad de los planes y programas de estudio, sino el nombramiento de coordinadores de asignatura, para homogeneizar el programa básico de la materia; además se nombraron coordinadores de área encargados de establecer relaciones entre las diferentes asignaturas de un área común y, finalmente, se nombraron coordinadores de carrera, encargados de observar los problemas globales de las mismas y de mantenerlas actualizadas. Todo esto, satisfactoriamente, para incrementar la eficiencia de la educación, y disminuir el número de reprobados.¹²³

Todos los nuevos planes de estudio en 1967 se estructuraron con una duración de nueve semestres, siendo, quizás, la modificación más importante la reorientación de la fisicoquímica hacia la ciencia pura, dejando de lado su aplicación inmediata en la industria —prácticamente esta es la única modificación perceptible para la carrera de Ingeniería química que iniciaba con una marcada tendencia hacia el incremento de las ingenierías, y el descenso de las químicas.

La carrera de QFB se estructuró alrededor del área farmacéutica (diez materias obligatorias), aunque para la época los análisis clínicos ya habían tomado presencia, lo mismo que la química en alimentos. Dentro de las materias optativas se ofrecían varias materias relacionadas con los análisis clínicos y de alimentos, sin que pudieran abordarse con profundidad; lo mismo sucedía con áreas como la cosmetología. El plan estaba formado por tres matemáticas, tres físicas, cuatro de biología, cuatro de fisicoquímica, cuatro de química orgánica y una de química inorgánica; además de las diez farmacéuticas y de las cuatro bioquímicas obligatorias. El plan contemplaba cinco optativas que ahondaban en las áreas farmacéuticas o biológicas —a parte de los temas antes mencionados (análisis clínicos, cosmetología y bromatología).

La carrera de Químico en el plan semestral se estructuró con seis fisicoquímicas, dos químicas inorgánicas, cinco orgánicas y cinco de análisis; adicionalmente, se impartían

¹²² Muñoz Izquierdo, Carlos, *Educación, estado y sociedad en México (1930–1976)*, Serie ensayos No. 14 Edit. Cuadernos Universitarios, México (1980).

¹²³ García Fernández (1985). pp. 225.

dos de bioquímica, cuatro de matemáticas, cinco de física y dos de química experimental aplicada —donde, a decir de la mayoría de los profesores, uno se volvía químico, pues aplicaba a la química como una ciencia unificada en la resolución de problemas. Por ejemplo, determinando el contenido de muestras desconocidas, eligiendo el método de síntesis de algún compuesto, preparando algún derivado para su posterior análisis, etc. El plan de estudios se complementaba con un verdadero criterio de flexibilidad representado por ocho materias a elegir, que podrían clasificarse en cuatro grandes grupos: orgánica, ciencias, química aplicada y humanas. Las materias optativas eran: Azúcares (2), Colorantes (2), Bioquímica (2), Microbiología, Biosíntesis de aplicación industrial, Diseño de experimentos, Dirección de empresas, Economía industrial, Relaciones humanas, Espectroscopía aplicada, Polímeros, Papel y celulosa (2), Matemáticas (2), Física (2), Plásticos y silicones (2), Productos naturales, Química cuántica, Química industrial, Química nuclear y radioquímica, Química del petróleo, Tecnología química y Tratamiento de aguas.

Para el área metalúrgica se dio un gran paso, pues finalmente surgió la carrera de Ingeniero químico metalúrgico (nueve semestres), aun cuando se siguió impartiendo Químico metalúrgico (seis semestres), sin sufrir grandes cambios. Una de las particularidades de esta área, es que los programas de la mayoría de las asignaturas de análisis se estructuraron especialmente para la carrera. El plan de estudios de IQM estaba formado por seis fisicoquímicas, seis físicas, siete de análisis, una de química inorgánica (y una optativa), tres matemáticas y bastantes de metalurgia, agrupadas en torno a la ingeniería, la extracción, la adaptación, los materiales y los minerales. Contaba con un número reducido de optativas (2), orientadas principalmente hacia su aplicación industrial y administrativa.

Después de varios años estabilidad en la matrícula de la Facultad de Química, alrededor de 2600 alumnos entre 1961 y 1965, en 1966 comenzó una creciente demanda por la educación pública, llegando a 4372 alumnos en 1970, y a 7083 para 1972; para después comenzar con un descenso ante la apertura de nuevas instituciones de educación

superior (la UAM, las FES y las ENEP), y estabilizarse con una población estudiantil no muy superior a los 4000 alumnos a lo largo de la década de los setenta.¹²⁴

En 1970 se planteó la Reforma Educativa, que sirvió como marco de referencia para revisar y actualizar todos los métodos y procedimientos del Sistema Educativo Nacional. El secretario de educación pública Víctor Bravo Ahúja, con motivo de la creación del Conacyt hizo hincapié, ante la Cámara de Diputados, en que la reforma estaba orientada hacia “generar una base cultural homogénea, con una metodología que garantizara una preparación científica y humanística sólida. Estructurando a los planes de estudio como un conjunto de materias capaces de obedecer a un proceso formativo, con suficiente flexibilidad ante las necesidades de cambio, promoviendo y propiciando adelantos en la ciencia y la cultura.”¹²⁵

En 1972, se modificaron nuevamente los planes de estudio, de entrada, se revolucionaron y se modernizaron los enfoques prevalecientes en cuanto a la docencia del análisis y la fundamentación fisicoquímica de la química analítica. Esto gracias a labor de Alan Quere y Pitsch. Uno de los cambios más importantes, para la carrera de Químico farmacéutico biólogo fue la apertura de nuevas opciones: Farmacia, Análisis clínicos y Alimentos. El plan de estudios consistía en un tronco común que contenía las materias básicas y cuyos primeros semestres eran también comunes a las otras carreras. Este tronco común abarcaba los primeros cinco semestres, al cabo del cual la carrera se dividía en las tres orientaciones denominadas Farmacia, Alimentos y Bioquímica microbiológica; con el grave problema de que la separación temprana del tronco común daba lugar a que la formación de los egresados de las diferentes orientaciones fuera completamente distinta, a pesar de estar amparada por el mismo título profesional. Para corregir esta situación se planteó la reducción de las orientaciones, convirtiéndolas en un área terminal con duración de un año, manteniendo un tronco común de siete semestres y separando el estudio de alimentos como una carrera diferente.¹²⁶

¹²⁴ García Fernández (1985). pp. 226 y 243.

¹²⁵ Mendoza Ávila, Eusebio, “La educación tecnológica en México”, en Solana, Fernando, Cardiel Reyes, Raúl y Bolaños, Raúl, *Historia de la educación Pública en México*, SEP-FCE, México, 1981. Pp. 511-512.

¹²⁶ Espejo González, Ofelia, “La profesión farmacéutica”, en Garriz Ruiz, Andoni, *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991), pp. 235-245. p. 243-244.

Esta idea fue estudiada y rápidamente adoptada por la naciente Escuela Nacional de Educación Profesional Zaragoza y por la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán; esto, a pesar de que las carreras químicas en estas instituciones no dependen de la Facultad de Química, sino directamente de la Universidad, teniendo una orientación muy diferente, por ejemplo en la FES Cuautitlán se da un fuerte enfoque hacia lo experimental – particularmente para la Ingeniería química¹²⁷.

La opción de Alimentos comprendía en los primeros cuatro semestres las ciencias básicas; el resto del currículum estaba muy bien balanceado en materias sobre Química, Bioquímica, Microbiología, Procesos, Desarrollo y Control de Alimentos; incluía un curso de Nutrición, uno de Higiene Industrial y otro sobre Enzimología aplicada a los alimentos. Además ofrecía nueve cursos especializados optativos como Enología, Tecnología de Malta y cerveza y Productos naturales. El programa era muy amplio, capacitando al estudiante en diversos tipos de trabajo relacionados con los alimentos.¹²⁸

En el programa de Químico, la Espectroscopía aplicada, una de las más importantes herramientas de la química actual, se convirtió en obligatoria de elección; al lado de materias como Química del petróleo, Química industrial y Productos naturales, que perdieron su importancia ante el incremento de la profundidad científica de la carrera que es necesario inculcar en los alumnos al no saber dónde llevarán a cabo su desarrollo profesional.

La carrera de Químico metalurgista desapareció, ante la de Ingeniero químico metalúrgico, que aunque no presentaba la ventaja de ser una carrera más corta, presentaba un programa mucho más amplio y ambicioso, estrechamente vinculado con los intereses de una de las industrias más importantes en el ámbito nacional.

El tronco común de las cuatro carreras estaba formado principalmente por las materias de ciencias básicas (matemáticas, física, fisicoquímica) y por los dos Laboratorios de ciencia básica (de química); además de las orgánicas, bioquímicas y de la inorgánica

¹²⁷ Galdeano-Bienzobas, C., *Investigación y comparación de los planes de estudio de las universidades y escuelas tecnológicas que imparten la carrera de Ingeniería química en la República Mexicana*, Tesis, Fac. de Química, UNAM, México, 1982. p. 23.

¹²⁸ Villareal, Fidel, "Algunos aspectos de la enseñanza superior de la tecnología de alimentos en México", *Revista de la Educación Superior* 13[1], enero-marzo de 1975.

para Química y QFB. Distinguiendo a cada carrera por las asignaturas específicas del área (ingenierías, metalúrgicas, farmacéuticas, clínicas o de alimentos) y, en gran medida, por las optativas y por las tecnológicas; haciendo un estudio más profundo de cada una de las subáreas (orgánica, inorgánica y analítica) para la carrera de Químico, que finalmente se complementaba con los dos laboratorios de Química experimental aplicada y con su vinculación, y redacción, a los textos científicos. Estos programas de estudio permanecieron vigentes por casi dos décadas.

En 1975 la Facultad de Química ocupó, tras largas negociaciones encabezadas por el doctor Herrán, el edificio de la Facultad Veterinaria, ahora llamado Edificio "B". Permitiendo que se ampliara la División, y por supuesto la Facultad de Química. Convirtiendo a los antiguos establos en laboratorios, al quirófano en biblioteca y, donde había vacas, en cubículos. El Edificio "C" se construyó en 1962, aunque no se le dio nombre; fue necesaria su construcción ante la creciente demanda educativa, que hizo indispensable contar con una infraestructura especializada para los alumnos de primer semestre. El doctor Padilla se preocupó especialmente por la construcción y equipamiento del edificio "D", en donde se impulsaría, como debe, la carrera de Ingeniero químico metalúrgico, es decir, con instalaciones adecuadas.

Desde principios de la década de los ochenta se hizo evidente la necesidad de una renovación de los planes de estudio de licenciatura de la Facultad de Química, para finales de esta década se echaron a andar los planes vigentes de la Facultad, estructurándolos sobre un pequeño tronco común, que no abarca más que once asignaturas compartidas por las cinco carreras –Química general, Estructura de la materia, Cinemática y dinámica, Electromagnetismo, Álgebra, Cálculo de función de una variable, Estadística, Ecuaciones Diferenciales, Programación y computación, Termodinámica y Química inorgánica; adicionalmente, las carreras de Q, IQ y de IQM comparten Cálculo de varias variables, y las de Q, QA y QFB las asignaturas de Bioquímica y de Química analítica –excepto Analítica III; las dos últimas comparten las de Química orgánica y varias materias del área biológica, del mismo modo las carreras de ingeniería comparten varias asignaturas propias del área. Esta pronta separación del tronco común no repercute de manera considerable

sobre la identificación de los estudiantes de la Facultad de Química, sin embargo genera unas carreras completamente enfocadas hacia un campo específico de una manera muy amplia, fundamentadas sobre las bases científicas o, en su caso, ingenieriles. En lo que se refiere a la estructura total de los planes de estudios, se caracteriza por ser sumamente rígida, contando apenas con dos materias optativas, seriadas, para las carreras de Química e Ingeniería química, dos no seriadas para la de Química en Alimentos, una para la carrera de IQM y dos paquetes optativos para la carrera de QFB –Farmacia y Bioquímica clínica. En lo referente al área de ciencias sociales y humanidades, la facultad no ofrece ninguna asignatura; en cuanto al área económico-administrativa las cinco carreras comparten la asignatura de Administración industrial y las de ingeniería contemplan algunas de Ingeniería económica –dos para IQ y una para IQM. De las cinco carreras QFB es la única que no ofrece materias orientadas hacia el desarrollo de un proyecto que facilite el proceso de titulación, mientras que las otras cuatro consideran cuando menos una asignatura estrechamente vinculada con su orientación: Química en alimentos ofrece Desarrollo experimental de alimentos (proyecto), Ingeniería química ofrece Ingeniería de proyectos, IQM Proyecto (que se desarrollo tomando como base una de las cuatro materias optativas), mientras que Química ofrece Química experimental aplicada, Trabajo de Investigación y Seminario.

El plan de estudios de la carrera de Química fue el primero en ser modificado, esto en 1987, en este plan, la licenciatura finalmente alcanza un verdadero balance científico, además de que logra independizarse completamente de la carrera de Ingeniería química. Generando un plan de estudios enfocado hacia la comprensión unificada de la ciencia química, a partir de su división; es decir, la carrera se divide principalmente en cuatro subáreas de estudio: Química orgánica, Química inorgánica, Química analítica y Fisicoquímica. Estas materias están sustentadas sobre las asignaturas de ciencia básica, Química general, matemáticas y física, además de ser fuertemente apoyadas con los cursos de Estructura de la Materia y Espectroscopia. Adicionalmente el plan de estudios contempla dos cursos de Bioquímica, uno de Biosíntesis microbiana y uno sobre las operaciones de la industria química, vinculando a la carrera con otras áreas de la química. La rigidez de este plan impide su vinculación con otras importantes áreas de la química, como son la Química nuclear, los

Polímeros, la Química teórica, etc. En lo que se refiere a la Química orgánica, el plan está formado por cinco asignaturas, que comienzan por una introducción, seguida una materia enfocada a la comprensión de los nucleófilos, electrófilos y sus mecanismos de reacción, para después incrementar la profundidad del estudio con materias sobre compuestos con nitrógeno, oxígeno y azufre, y compuestos carbonílicos; para desembocar, en una materia que cumple con la finalidad de generar una capacidad de pensamiento retrosintético, fomentando en el estudiante, además, la capacidad de construir compuestos mucho más complejos. En lo que respecta al área de química inorgánica, el plan ofrece cinco materias, la primera de ellas pertenece al tronco común y sirve como introducción a los diferentes tipos de enlace; después sigue la materia de Estado sólido, la que además de ofrecer una visión mucho más profunda sobre el enlace iónico, sirve como una introducción a la simetría y a los diagramas de fase, para continuar con el estudio de la química covalente y de la química de coordinación, culminando con química organometálica, que adicionalmente logra una unificación de la química inorgánica con la química orgánica, además de representar un importante sector industrial. Por otro lado es innegable la aplicación de las cinco fisicoquímicas en cada una de las subáreas de la química, la termodinámica sirve como una plataforma para la comprensión de las siguientes fisicoquímicas, preparando al estudiante para el pleno aprovechamiento de las Propiedades fisicoquímicas, del Equilibrio fisicoquímico, del Equilibrio en interfase y cinética física y de la Cinética química; a fin de que pueda aplicarlas en cualquiera que sea su área de interés. Del mismo modo, la química analítica desde las primeras materias demuestra ser una herramienta de gran utilidad para el estudio de la química, ya sea por medio del estudio del equilibrio químico en soluciones, o por medio de la aplicación de métodos instrumentales y/o espectroscópicos. En lo que respecta a las asignaturas optativas, algunas complementan el estudio de alguna de las subáreas, mientras que otras vinculan a la carrera con la Tecnología química; pero las dos optativas más interesantes, desde el punto de vista socio-humanístico, son las de Recursos naturales y Equilibrio de ecosistemas, que fomentan en el estudiante no sólo el conocimiento enunciado en las materias, sino formas de razonamiento en cuanto a la química y su impacto ambiental, social y cultural; además de aportar ideas de cómo aprovechar a esta nación tan rica en recursos naturales, cultivando criterios tan importantes como el sustentabilidad.

El programa vigente de la carrera de Ingeniería química fue desarrollado durante la gestión como director del doctor Javier Padilla Olivares, y puesto en marcha en 1988 durante la gestión del doctor Francisco J. Barnés de Castro. Este plan de estudios cumple con el propósito de darle a la carrera de Ingeniería química una orientación netamente ingenieril, de acuerdo con el progreso de la industria y de la ingeniería, con una orientación científica no tan acentuada –ante la prioridad de sus aplicaciones prácticas; aunque todavía es posible identificar un mayor énfasis por las áreas de química y fisicoquímica¹²⁹ – orientada hacia la ingeniería. En el área de ingeniería se suprimieron los tradicionales nombres y fueron sustituidos por el tema específico de la asignatura: Balances de materia y energía, Flujo de Fluidos, Transferencia de Calor; además se amplió el estudio de algunas de las operaciones clásicas, y se generalizó al incluirlas en los cursos de Procesos de separación. En este plan de estudios se introdujo, en tercer semestre, un curso de Fenómenos de transporte sin considerar que para estas alturas los alumnos no han desarrollado las aptitudes matemáticas necesarias¹³⁰ –aunque para este plan se incremento el estudio de las materias básicas; también se incluyeron cursos como fenómenos de superficie, los de equilibrios físicos y químicos, los de mecanismos de reacción, etc. Para este plan tomaron especial importancia las materias estructurales de la carrera, como la ingeniería ambiental, la económica y la de servicios; además, de las que constituyen la actividad más importante y fundamental del ingeniero químico: la de Ingeniería de procesos y la de Ingeniería de proyectos.¹³¹

Todos estos cambios repercutieron sobre el plan de estudios de la carrera de Ingeniería química metalúrgica, que fue modificada el mismo año. Desde luego, la nueva percepción de la ingeniería, que fue plasmada en la carrera de Ingeniería química, también fue plasmada en esta carrera, estructurando un programa de estudios respaldado sobre las matemáticas, esto es perceptible, particularmente, porque es la carrera que contempla más cursos del área, destacando la materia de Ecuaciones diferenciales parciales. En lo referente

¹²⁹ Lombardo Martínez, Juan Carlos, “Análisis de los planes de estudio de la carrera de ingeniería química”, Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM, 2002. p. 40.

¹³⁰ Garriz Ruiz, Andoni, “La educación de la química en México en el siglo XX”, *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 45[3], pp. 109–114, 2001.

a la preparación química, esta carrera es la que menos cursos contempla, sin embargo, posee un número aceptable de asignaturas de química aplicada a la metalurgia, como son: Química de soluciones iónicas, Análisis instrumental metalúrgico, Electroquímica y dos cursos de Termodinámica metalúrgica. Del mismo modo, en el área de ingeniería comparte varias materias con la carrera de Ingeniería química, pero además contempla varias aplicadas a la metalurgia; todo esto, aunado a los cursos propios del área metalúrgica, además de considerar un curso sobre la ciencia de los materiales, sin que esto signifique que se haya acercado a las carreras de Ingeniería en materiales, ya que está completamente enfocada hacia el área metalúrgica –aprovechando al máximo sus instalaciones.

Finalmente, en 1989, iniciaron los estudios de la nueva carrera de Químico farmacéutico biólogo, que carecía de una identidad uniforme al poseer una separación temprana del tronco común; tras largos estudios la carrera se reestructuró con un tronco común de siete semestres, después de los cuales el estudiante puede elegir uno de los paquetes optativos: Farmacia o Bioquímica Clínica; además se separó por completo el área de alimentos creando la carrera de Química en alimentos. Estos planes de estudio fueron puestos en marcha en 1990, imprimiendo una tendencia mucho más científica para la carrera de Químico farmacéutico biólogo, dotándola, como es de esperarse, de un fuerte enfoque hacia la aplicación de la química en el área biológica, sin que esto signifique que la licenciatura no ofrece una importante vinculación con el área de ciencias biológicas y de la salud. La carrera contempla cuatro asignaturas de química analítica y cuatro de química orgánica; además de varios cursos de fisicoquímica, diseñados para su aplicación en el área farmacéutica. Desde luego, posee un importante soporte con el estudio, durante los primeros semestres, de las ciencias básicas. En lo que corresponde al área biológica, a partir del tercer semestre inicia su estudio con la asignatura de Biología celular, que dota al estudiante de los conceptos básicos para su desarrollo dentro de los cursos de Bioquímica, de microbiología, de genética, etc. A diferencia del plan anterior, este programa no está sostenido sobre cursos de farmacia, aunque considera varias asignaturas, como Tecnología farmacéutica, farmacología, Toxicología, Análisis de medicamentos, etc. Los paquetes

¹³¹ Urbina del Raso, Alberto, "La ingeniería química y su enseñanza en la UNAM", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 215-217.

optativos, Farmacia y Bioquímica clínica, contemplan cinco y seis cursos, respectivamente. El primero ofrece las materias de Farmacognosia, Desarrollo analítico, Desarrollo farmacéutico, Química farmacéutica, además de continuar con el estudio de la Tecnología Farmacéutica; mientras que el área de Bioquímica clínica ofrece asignaturas como Parasitología, Micología, Virología, Hematología, a parte de los cursos de Inmunología aplicada y Análisis clínicos II –lo que demuestra la competencia de los egresados en ambos ámbitos.

La carrera de Química en alimentos comparte un significativo número de asignaturas con la carrera de QFB, entre ellas, las de Química analítica, las de Química orgánica, las de Bioquímica y algunas del área biológica; mientras que otras están diseñadas para la carrera. Al igual que el resto de las licenciaturas impartidas por la Facultad de Química, esta posee materias de fisicoquímica estructuradas especialmente para la carrera. A partir del quinto semestre inician los estudios específicos del área de alimentos con el primer curso de Operaciones unitarias alimentarias y con Microbiología de alimentos. Desde sexto semestre la carrera comienza con una intensa preparación en el área de alimentos, abordándola desde varias perspectivas, como son desde el punto de vista de nutrición, de la química de los alimentos, de su toxicología, de su producción industrial, etc. Aborda de manera obligatoria a los productos lácteos, cárnicos y vegetales; mientras que ofrece dentro de las optativas, asignaturas sobre Grasas y aceites comestibles, Malta y cerveza, Productos pesqueros y acuícolas; dentro de las optativas también se ofrecen materias como Enología, Biología molecular, Tratamiento de aguas y desechos industriales, e inclusive ofrece asignaturas que profundizan en determinada área de estudio, como Control de calidad y Nutrición.

Estos planes de estudio demostraron, en un breve lapso de tiempo, poseer de una gran fortaleza estructural, balanceada sobre una base científica profunda, vinculada con los intereses específicos de las áreas de estudio de las licenciaturas. A su vez, mostraron una gran rigidez en la formación, provocando una fuerte vinculación con el área científica, pero una débil vinculación con el sector industrial, que exige profesionales mucho más especializados, sin embargo, es evidente que el papel de la universidad es preparar individuos con una visión global, capaces de enfrentar retos mucho más amplios, de lo que se pueden conseguir sobre una excesiva especialización. Cabe destacar, que los egresados

de la Facultad son capaces de enfrentarse a los retos que se les presentan, desde una perspectiva mucho más amplia, haciendo uso de sus fuertes bases científicas o, en su caso, ingenieriles.

3.5 La Privatización de la Educación Química bajo la Dirección de los Egresados de la Escuela de Química de Tacuba (1943).

Durante el sexenio del presidente Ávila Camacho se apoyó una mayor incorporación de la iniciativa privada en el terreno de la educación, en general, y de la educación tecnológica en particular, que por esos años “no apoyaba las áreas agropecuarias o ingenieriles fundamentales para el desarrollo industrial”¹³², promoviendo el impulso por parte del sector privado, lo que cristalizó, entre otros hechos, en la creación del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) fundado en 1943 por la iniciativa de un grupo de empresarios regiomontanos encabezados por Eugenio Garza Sada.

La creación del ITESM correspondió al período en el que la industria nacional experimentó un rápido crecimiento, ligado al conflicto bélico. Pero también fueron esos años cuando comenzaron a sentirse los efectos por la competencia de la industria norteamericana, que provocó la acentuación del fenómeno inflacionario –el aumento de las importaciones mexicanas y el descenso de las exportaciones¹³³, produciendo una fuerte penetración de capital extranjero, que se vio acompañada de una importante concentración del ingreso favoreciendo la instauración de una incipiente clase media alta, “incrementando la presión y demanda necesaria para que se crearan centros de estudio particulares libres de los problemas políticos y sociales que aquejan a las escuelas públicas”¹³⁴ –aunque, también, el crecimiento de esta presión respondió a la incapacidad de estos estratos para costear los estudios de los hijos en el extranjero.

El 7 de marzo de 1943, Enrique Toroella inauguró el Centro Cultural Universitario –incorporado a la UNAM–, institución que gradualmente se transformaría en la Universidad Iberoamericana, A.C. El ingeniero químico Luis M. Vereá propició, al siguiente año, el establecimiento de la escuela de Ciencias Químicas Berzelius. El 15 de agosto de 1943, el “Tec” abre sus puertas en una vieja casona, para comenzar a impartir la carrera de Ingeniería química; dos años después, continúa con sus operaciones en el campus

¹³² Solórzano Gómez, pp. 55, 60.

¹³³ Solórzano Gómez, pp. 72–73.

Monterrey, desarrollado con una fuerte influencia del Instituto de Tecnología de Massachusetts, aunque con un enfoque convergente con los objetivos de la institución. Cabe recordar que esta institución tuvo una fuerte influencia sobre el modelo desarrollado por el ingeniero Estanislao Ramírez, que estudió Ingeniero industrial en la Escuela Militar, para continuar sus estudios becado en la Escuela Central de París y, enseguida, ser comisionado a Alemania para estudiar procesos industriales. Más adelante estuvo en Estados Unidos, en el Tecnológico de Massachusetts, y esto marcó un giro en su perspectiva, pues ahí se estaba generando la orientación moderna de la ingeniería química¹³⁵, que plasmó tanto en la Escuela de Tacuba, como en el Instituto Politécnico Nacional.

En 1943, la Facultad de Química Berzelius, abrió su oferta educativa con las carreras de Ingeniería química, Química-Farmacobiológica y Química –instalando los laboratorios en la azotea. El director, el ingeniero químico Rafael Illescas Frisbie –antiguo director y profesor de la Escuela de Química y Farmacia¹³⁶– logra, el 9 de Octubre de 1945, su incorporación a la UNAM¹³⁷.

En este año, Adela Formoso de Obregón Santacilia sacude a la opinión pública de la época, desafiando los prejuicios al fundar la Universidad Femenina, que sería otra de las instituciones que se encargaría de brindar la carrera de Química farmacéutica biológica, que goza –desde sus inicios– de alta aceptación entre las señoritas, como lo demuestra el hecho de que varios de los primeros QFB's del Colegio del Estado de Puebla fueron mujeres¹³⁸. En 1928 se titularon Irene Rojas y María de los Angeles Mellado, y en 1929, Carmen Martínez, Rodolfina Rojas y Dolores Rojas¹³⁹. La Universidad Femenina de México en su

¹³⁴ Galdeano-Bienobas, C., *Investigación y comparación de los planes de estudio de las universidades y escuelas tecnológicas que imparten la carrera de Ingeniería química en la República Mexicana*, Tesis, Fac. de Química, UNAM, México, 1982. p. 25.

¹³⁵ García Fernández, Horacio, *Historia de una Facultad. Química 1916-1983*, 1ªEd, México, Facultad de Química-Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, 1985. p. 92.

¹³⁶ García Fernández, Horacio, p. 95.

¹³⁷ Historia de la UIA en "Archivos históricos": <http://www.uia.mx/ibero/biblioteca/default.html>

¹³⁸ Sin embargo a lo largo de la tesis no he hecho distinción entre hombre y mujeres en base a mi propia experiencia, de encontrarme en un campo, donde ambos géneros son igualmente competitivos, aun cuando todavía esto no se refleja, totalmente, en la remuneración económica ofrecida por el mercado laboral. Cabe destacar la posición pasiva del hombre ante la emancipación de la mujer.

¹³⁹ Mendoza, María Eugenia, Química en Puebla en el Siglo XX: continuación de una tradición., *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 45[3], pp. 131-135, 2001. p. 133.

Escuela de Química, bajo la dirección de una egresada de Tacuba, Consuelo Hidalgo, pronto elevó la calidad de la educación al tener grupos de doce alumnas; seguida ese mismo año por el Colegio Motolinía, que abrió su escuela de farmacia para señoritas y se transformó en la Universidad Motolinía¹⁴⁰, implantando en ambas instituciones un modelo educativo, basado en el programa de Químico farmacéutico biólogo (1940) de la UNAM, que fue ligeramente modificado de los anteriores planes de estudio (1935 y 1937) y haciendo hincapié en la realización de una práctica profesional, al finalizar los estudios, en una industria farmacéutica, en una farmacia o en un laboratorio de investigación o de control de calidad¹⁴¹.

En 1944 José Emilio Amores y Carlos Luna, aún estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas obtuvieron el puesto de profesor en el recién fundado Tecnológico de Monterrey, con lo que el instituto dividió los cursos de química de la preparatoria y de la carrera de ingeniería química entre ellos dos. En unos cuantos meses, sin poder con la carga de trabajo, los alcanzaron Pascual Larraza y Fernando García Roel; con lo que poco a poco se fue reuniendo un equipo excepcional de egresados de la Escuela de Tacuba. Amores, cumpliendo su promesa de titularse en el ITESM, preparó su tesis y presentó su examen profesional, para después iniciar la batalla en contra de esta costumbre. En 1946, obtuvo la supresión de la tesis y los exámenes profesionales, para que en su lugar el alumno cursara a lo menos dos cursos de posgrado a lo largo de un año¹⁴²; al siguiente año entregan los primeros títulos profesionales a ocho alumnos de la carrera de Ingeniero químico. El Instituto Tecnológico, fiel a sus principios de cumplir con los estándares internacionales logra en 1950 la acreditación por la Southern Association of Colleges and Schools (SACS), de Estados Unidos¹⁴³.

En ese mismo año en que se realiza la solemne declaratoria, con la que se constituyó la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Enseñanza Superior (ANUIES) de la República Mexicana, surgida después de una serie de reuniones realizadas por los

¹⁴⁰ García Fernández, Horacio, *Historia de una Facultad. Química 1916-1983*, 1ª Ed, México, Facultad de Química-Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, 1985. pp. 162-163.

¹⁴¹ Espejo González, Ofelia, "La profesión farmacéutica", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991), pp. 241.

¹⁴² García Fernández, pp. 168

¹⁴³ Historia del ITESM: http://www.itesm.mx/sistema/somos/f_conoce.htm

rectores varias universidades¹⁴⁴ —que sigue considerando a las ciencias químicas dentro de las ciencias biológicas y de la salud.

En 1957 el Tecnológico de Monterrey comienza a impartir la licenciatura en química y en 1963 otorga el primer grado de maestría en la especialidad de Ciencias Químicas; a su vez, comienza con el uso de las computadoras electrónicas que se integraría como parte fundamental de su modelo educativo. En 1964, el Tec, siguiendo el ejemplo de la Universidad Veracruzana (1956) y del IPN (1958) comienza a impartir cursos de química en alimentos, a través de su departamento de Ciencias Agropecuarias y Marítimas en la carrera de Ingeniero bioquímico que ofrece las especialidades de tecnología de alimentos y de biología marina. La creación de estas carreras fue consecuencia de la continuidad de la política agraria del presidente Ruiz Cortines (1952–1958), en donde el objetivo primordial consistía en apoyar el incremento de la producción, sobretudo, de bienes alimenticios.

En 1967 el Tecnológico de Monterrey crea el primer campus foráneo, el campus Guaymas, Sonora, e inicia las carreras de Ingeniería en alimentos, marina y ciencias marítimas —en la actualidad es donde imparte los últimos cuatro semestres de la carrera de alimentos. Este currículum (1972) tiene como objeto capacitar a los profesionales para que puedan entender y resolver problemas generales en la industria alimentaria y en especial en la utilización de los recursos marítimos del país¹⁴⁵.

En 1968 inicia el primer programa de graduados en el nivel de doctorado, impartido por una institución particular, esto lo hace el Tecnológico de Monterrey que abre el Doctorado en Química, con especialidad en Química Orgánica.

En 1972 la Facultad de Química de la UNAM comienza a ofrecer la especialidad de alimentos dentro de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo y la Universidad Iberoamericana ofrece, por primera vez, la Licenciatura en nutrición y ciencias de los alimentos, con el antecedente (1969) de la maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos; importante avance aún cuando ya existían carreras y especialidades en química

¹⁴⁴ Valadés, Diego. pp. 575–576.

¹⁴⁵ Villareal, Fidel, “Algunos aspectos de la enseñanza superior de la tecnología de alimentos en México”, *Revista de la Educación Superior* 13, enero–marzo de 1975.

de alimentos. Su currículum (en 1974) consta de nueve semestres, en los primeros siete semestres se cubren las siguientes áreas: ciencias básicas, nutrición y alimentos, ciencias sociales y económicas y, educación y salud pública. Al finalizar el séptimo semestre el alumno selecciona una especialización: ciencia de los alimentos, nutrición aplicada y alimentación institucional; o bien, nutrición animal, nutrición experimental, economía alimentaria y economía doméstica¹⁴⁶. Sin embargo, estas carreras no lograron combatir la pérdida de la autosuficiencia alimentaria de la nación, ni el reforzamiento de la dependencia tecnológica frente a un desarrollo intensivo de la ciencia y la tecnología en el ámbito internacional.

En 1975 la SEP le otorga a la Universidad Iberoamericana el reconocimiento de la validez oficial a sus estudios de nivel superior, otorgándole la libertad para crear sus propios planes de estudio y, en 1981, se ratifica por decreto presidencial, a la vez que se le da una generosa donación: el terreno que ocupa actualmente el Campus Santa Fe. Las carreras químicas que ofrece en la actualidad son Ingeniería química, la Licenciatura en tecnología de los alimentos y en menor grado Ingeniería industrial –que no ha sido considerada dentro de este trabajo; mientras que el Tecnológico de Monterrey imparte las carreras de Ingeniero químico administrador, Ingeniero químico y de sistemas, Licenciado en Ciencias Químicas, Ingeniero bioquímico, Ingeniero bioquímico administrador en explotación de recursos acuáticos e Ingeniero bioquímico en procesado de alimentos; además de varias maestrías y el doctorado en química orgánica.

Estas instituciones privadas, así como sus egresados, han tenido muy buena aceptación en el mercado. La preparación con la que salen sus estudiantes es buena, y va de acuerdo con las necesidades del mercado de trabajo, gracias a la facilidad que presentan este tipo de instituciones para modificar sus planes de estudio¹⁴⁷. Sin embargo, presentan la desventaja de no contar con los laboratorios y equipos con los que cuentan las grandes instituciones con tradición (IPN y UNAM), que hasta la fecha han demostrado ser los de mayor aceptación en el mercado de trabajo del sector químico. En la actualidad han proliferado

¹⁴⁶ Villareal, Fidel, 1975.

¹⁴⁷ Galdeano-Bienzobas, C., *Investigación y comparación de los planes de estudio de las universidades y escuelas tecnológicas que imparten la carrera de Ingeniería química en la República Mexicana*, Tesis, Fac. de Química, UNAM, México, 1982. pp. 25 y 42.

este tipo de instituciones, que albergan al diez por ciento de los estudiantes de ingeniería química del país¹⁴⁸, que es la carrera química con mayor aceptación, y una de las más pobladas de la nación –ocupa 16° lugar¹⁴⁹.

¹⁴⁸ Valiente-Barderas, Antonio, “La enseñanza de la Ingeniería Química en México”, *Educación Química* 7[1], páginas 16–24, 1996. p. 19.

¹⁴⁹ ANUIES: <http://www.anuies.mx/> en Documentos Estratégicos de la Educación Superior: licenciatura2000.pdf

3.6 La Química en los Institutos Tecnológicos (1948).

Los primeros Institutos Tecnológicos Regionales fueron creados por decreto presidencial bajo la batuta del Instituto Politécnico Nacional, ante la necesidad de descentralizar y desconcentrar a la educación pública, y a la educación técnica superior, en particular. Y, así, ofrecer a los jóvenes mejores oportunidades de empleo en su localidad apoyando el desarrollo regional. Estas medidas se volvieron urgentes ante la inminente transformación generada por el paso de una economía basada en la agricultura, a una basada en el desarrollo industrial; desarrollo que no hubiera sido factible sin la creación de estructuras y programas educativos acordes a las necesidades industriales de la localidad.

Estas instituciones comenzaron por la preparación de los trabajadores requeridos por la localidad por medio de varios programas, uno ellos enfocado a la preparación técnica de jóvenes, otro enfocado a la capacitación técnica de trabajadores y a la reeducación de adultos; seguida de la gradual implantación de una educación subprofesional, vocacional, profesional y de investigación industrial¹⁵⁰. Sin embargo, la mayoría de los institutos surgieron únicamente para ofrecer educación prevocacional y capacitación para el trabajo y, en algunos casos, para ofrecer educación media superior; eventualmente todos se han ido transformando en instituciones de educación tecnológica superior, y en algunos casos también de posgrado con la creación de Centros de Graduados. Sin embargo, al estar inicialmente tan ligados a la educación técnica han tenido un desarrollo lento ante la preferencia por la educación netamente universitaria.

El génesis de los Institutos Tecnológicos se dio durante los períodos gubernamentales de Miguel Alemán (1946–1952) y de Adolfo Ruiz Cortines (1952–1958) que se dieron a la tarea de resolver algunos de los problemas más agudos que se tenían en la educación tecnológica: la excesiva centralización de los servicios de educación superior y, por supuesto, la poca diversificación de las carreras tecnológicas¹⁵¹ –aun cuando ambos presidentes se enfocaron en la educación universitaria. Siendo la primera institución de este

¹⁵⁰ Mendoza Ávila, Eusebio, "La educación tecnológica en México", en Solana, Fernando, Cardiel Reyes, Raúl y Bolaños, Raúl, *Historia de la educación Pública en México*, SEP–FCE, México, 1981. p. 499.

¹⁵¹ Solórzano Gómez (1986). p. 94.

tipo el Instituto Tecnológico Regional de Durango, fundado en 1948 al igual que el de Chihuahua, seguidos de los de Guadalajara y Saltillo. Durante el periodo de Adolfo Ruiz Cortines se crearon los Institutos Tecnológicos Regionales de Veracruz, Ciudad Madero, Celaya y Orizaba. Los buenos resultados de este tipo de instituciones y la necesidad de educación técnica superior en la provincia, favorecieron la multiplicación de este tipo de instituciones, a tal grado, que fue necesaria la creación de una oficina especial encargada de estructurar sus planes y programas de estudio, y “orientarlos de manera que la formación y las futuras actividades profesionales de sus educandos obedecieran a las condiciones de producción de la región para impedir el desplazamiento de los estudiantes hacia la capital o hacia otras regiones del país, con menoscabo de la posibilidad de industrialización de sus propios lugares de origen”¹⁵²; para este fin se creó el Departamento de Enseñanza Técnica Industrial y Comercial, del que se desprendió la actual Dirección General de Institutos Tecnológicos de la Secretaría de Educación Pública.

En lo que se refiere a la educación superior química dentro de los Institutos Tecnológicos inicia su historia en 1950 cuando el Tecnológico de Chihuahua comienza a impartir los cursos de Ingeniería Industrial en Productos Orgánicos y en Productos Inorgánicos, a los que se inscriben 24 alumnos. La inauguración de las instalaciones de este Tecnológico se llevó a cabo el 22 de octubre de 1952, iniciando cursos de capacitación para obreros, vocacional, contra maestre (nivel subprofesional), Ingeniería en Productos Orgánicos e Inorgánicos. Siendo éste el primer tecnológico en ofrecer carreras técnicas de nivel superior. Mientras que para 1957 el Tecnológico de Durango seguía con una estructura educativa que comprendía los ciclos de secundaria técnica, vocacional y carreras cortas de mecánico tornero, electricista embobinador e instalador y mecánico automotriz, sin tener aún la capacidad para preparar técnicos a nivel superior. Factor que influyó para que la mayoría de estas instituciones vieran disminuida su participación en la absorción de matrícula ante la realidad de que “la educación técnica estaba siendo relegada a un plano de segunda categoría”¹⁵³, sin embargo ante la falta de oportunidades, pudieron perpetrarse en el interior de la república como verdaderas opciones educativas; especialmente ante la revaloración impulsada por Jaime Torres Bodet (secretario de educación pública de 1958–

¹⁵² Mendoza Ávila (1981). p. 498.

1964), que contempló a la educación como una inversión nacional que debía modificarse ante la urgencia de satisfacer las necesidades de una industria cada vez más compleja y diversificada –colocando a los Institutos Tecnológicos como una atractiva oferta educativa.

Jaime Torres Bodet motivó, además, una reestructuración del Instituto Politécnico Nacional, con lo que se generó una nueva Ley Orgánica, que indujo la separación administrativa de los Institutos Tecnológicos Regionales (1959), que se integraron al ciclo de educación superior, especialmente con la carrera interdisciplinaria de Ingeniería industrial con sus diferentes opciones, entrando en una etapa de expansión que les permitiría incrementar su cobertura en el territorio nacional; llevando a la carrera de Ingeniería industrial a otros cuatro ITR's: Durango, Celaya, Veracruz y Yucatán, con lo que serían seis institutos en total en ofrecerla; contando a los dos anteriores, el de Chihuahua y el de Ciudad Madero, que la comenzaron a impartir en 1958.

Sin embargo, para 1961 el número de alumnos inscritos en todos los Institutos Tecnológicos regionales era apenas de 7,130, mientras que el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, profundamente interesado en la excelencia académica, contaba con una matrícula de 5,500 alumnos. Haciendo más notoria la “brecha entre lo que el sector moderno de la industria requería y lo que las escuelas tecnológicas podían ofrecer”¹⁵⁴ ante el notable el crecimiento, y diversificación, de la industria química nacional que exigía el incremento de esta clase de opciones educativas para su pleno desarrollo.

El establecimiento de la carrera de Ingeniería Industrial (distintiva de su estructura académica) fortaleció el ciclo superior de la educación tecnológica, segregando al nivel secundario y a los programas de capacitación para el trabajo, además transformó al nivel medio superior, convirtiéndolo de ciclo vocacional a preparatoria técnica, ofreciendo carreras terminales de técnico especializado –como Técnico laboratorista químico. Durante esta década los institutos tecnológicos se configuraron como instituciones con influencia regional, generando una creciente demanda y favoreciendo expansión de estas instituciones en el interior de la República. Con López Mateos (1958–1964), los Institutos Tecnológicos aumentaron de 7 a 11 y duplicaron su población atendida; en tanto que con Díaz Ordaz

¹⁵³ Solórzano Gómez (1986). p. 90–91.

(1964–1970) su número creció de 11 a 19. Durante este gobierno se dio una actualización y revisión de los planes de estudio de las Escuelas Superiores, que dio como resultado la implantación gradual del sistema de cursos semestrales y la formalización del sistema de créditos (en 1966)¹⁵⁵.

Para los años setenta, se había logrado plenamente la refuncionalización del sistema de enseñanza técnica, aun cuando no se concebía como un medio para crear y/o sustituir tecnología. Por lo que desde el inicio de su sexenio (1970–1976) el presidente Luis Echeverría con un constante empeño en incrementar la preparación de la juventud del país, y en su un afán por descentralizar la enseñanza especializada, favoreció la proliferación de escuelas de educación superior. Consolidando a los Institutos Tecnológicos como un sistema educativo en provincia, e incrementando su número de 19 a 47 establecimientos, sistematizando su equipamiento y su construcción por etapas; precisando sus objetivos institucionales y generando un enérgico proceso de reforma educativa dentro de las directrices de apertura, actualización y flexibilidad. Con lo que los tecnológicos comenzaron a programar sus construcciones y equipamiento, a la vez que iniciaron las primeras reformas a los planes de estudio en manos de la Dirección General de Enseñanzas Tecnológicas Industriales y Comerciales.¹⁵⁶

Los cambios operados no sólo involucraron la modificación de los planes, de los programas y de los métodos de enseñanza, sino que fueron más allá, hasta la generación de los programas de inserción en el medio, así como la ampliación de sus servicios de docencia, investigación y extensión cultural, esto, remarcando su carácter social. Logrando que, para 1975, los Institutos Tecnológicos ganaran prestigio en el área de formación de profesionales, destacando los Tecnológicos de: Saltillo, Celaya, Querétaro, Torreón, Veracruz, Aguascalientes, Mérida, Chihuahua, Nuevo Laredo, Orizaba, Ciudad Madero, Morelia, Oaxaca, Tijuana, Ciudad Juárez, Tlalnepantla y Durango; y demostrando su presencia en las áreas de Ingeniería industrial, Química, Bioquímica, Metalurgia, Petroquímica, Ciencias de la tierra, Mecánica, Eléctrica y electromecánica, Desarrollo de comunidades, Ciencias de la administración y en Construcción.¹⁵⁷

¹⁵⁴ Solórzano Gómez (1986). p. 94–95.

¹⁵⁵ Solórzano Gómez (1986). p. 129.

¹⁵⁶ Instituto Tecnológico de Oaxaca: <http://www.itox.mx/Instituto/historia.html>

¹⁵⁷ Hernández Camargo, Emiliano, "Planes de desarrollo de los Institutos Tecnológicos Regionales", *Revista de la Educación Superior (ANUIES)*, 19, julio–septiembre de 1976.

En 1972 los ITR's crearon, de nivel medio superior, las carreras en combustión interna e industrial químico, y para el ciclo de educación superior la carrera de Ingeniería industrial química, antecedente de la carrera de Ingeniería química para estas instituciones, que también por ese entonces comenzó a ofrecerse. Al siguiente año surgió la carrera de Ingeniero industrial en siderurgia en el Tecnológico de Morelia, ofreciendo las especialidades en Fundición, Deformaciones plásticas y Aceración, y dos años después llegó una variante de esta carrera al Instituto Tecnológico de Saltillo, Ingeniero industrial en metalurgia; sin embargo, para incrementar la demanda educativa, ambas se transformaron en Ingeniería de materiales. También durante estos años ofrecieron carreras de nivel medio superior y superior en Ingeniería bioquímica en alimentos –bajo una fuerte influencia del IPN; además comenzó el crecimiento vertical al establecerse los cursos de poslicenciatura como opción a tesis y los cursos de posgrado en ciencias de la educación y en maestrías regionales dentro de los establecimientos que tenían mayor capacidad académica para emprender esta importante tarea con éxito. Pero, la realidad es que las maestrías y los doctorados, así como los programas de investigación, continuaron centralizados en el Distrito Federal; para 1975 existían 47 Institutos Tecnológicos Regionales dedicados exclusivamente a proporcionar educación técnica de nivel superior en las entidades de la república¹⁵⁸.

Durante esta década se dio una devaluación progresiva de la educación ante el mercado ocupacional, pues a medida que se generaliza un determinado nivel de escolaridad, suben también los requerimientos escolares para el empleo¹⁵⁹. Fenómeno que afectará, o quizás afecta, a la educación universitaria ante el innegable fenómeno de que la mayoría de los egresados de carreras profesionales, científicas o tecnológicas, no ejercen labores propias del área, sino, en muchos casos de evaluación (nivel técnico) y económico-administrativas, labores que se desvían de los objetivos primordiales de este tipo de carreras, que son, idealmente, la generación de una industria competitiva, que disminuya los fenómenos de dependencia, reafirmando la soberanía nacional, y mejore la situación económica del país; ya sea por la generación de mejores sistemas de comunicación y transporte, o por la producción de mejores bienes de consumo, e incluso por la generación de una estética, concebida como la estructuración de una tecnología de punta nacional.

¹⁵⁸ Mendoza Ávila (1981). p. 517-521.

Durante el gobierno de López Portillo, se buscó fortalecer a nivel regional la educación tecnológica superior, bajo la fuerte influencia de Fernando Solana, que concebía a la educación como un *sinónimo de desarrollo, en la medida que es un agente capaz de fortalecer los valores, transmitir conocimientos, crear conciencia y descubrir significados*, sin embargo no consideraba a la educación como la panacea para alcanzar el desarrollo, sino como un sistema para generar hombres y mujeres críticos, responsables y creadores, capaces de conducir la vida del país hacia una mayor homogeneidad social y hacia la producción de los bienes y los servicios necesarios¹⁶⁰. Esta ideología permeó los inicios de la consolidación de los Institutos Tecnológicos, facilitando la reorganización de la Secretaría de Educación Pública, desembocando en la creación de la Dirección General de Institutos Tecnológicos, destinada a la administración, planeación y desarrollo de los mismos como vía para consolidar las acciones de docencia, investigación y extensión, vinculadas con el sector productivo. Articulando un sistema de planeación integral, mediante el cual se buscó generar un desarrollo armónico de la educación superior en todo el país, propiciando “el concurso de las instituciones de los subsistemas universitario y tecnológico”¹⁶¹, además durante este sexenio se buscó desconcentrar la investigación científica y tecnológica, así como los estudios de posgrado, como lo demuestran los apoyos concedidos a los 13 Centros de Graduados de los ITR’s –que por primera vez ofrecieron cursos de posgrado; al Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica, al Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar y a las 14 secciones de Graduados del IPN; además del otorgado al CINVESTAV.

Para este sexenio, los institutos ya habían superado su etapa de génesis (1948–1958), su etapa de expansión (1958–1976), y entraron en una verdadera etapa de consolidación (a partir de 1976); originando al Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (SNIT), que representa un sistema educativo de provincia, capaz de impulsar el desarrollo regional –término eliminado en 1982; que con más de cinco décadas de existencia, está

¹⁵⁹ Latapí, Pablo, *Política educativa y valores nacionales*, Edit. Nueva Imagen, México, 1978. p. 128.

¹⁶⁰ Secretaría de Educación Pública, *Memoria 1976–1982*, Edit. SEP, Tomo I, Política Educativa, México, 1982. p. 18–19.

¹⁶¹ Solórzano Gómez, (1986). p. 187–188.

conformado por 83 planteles (y 88 institutos descentralizados dependientes del gobierno federal y/o estatal, de los cuales 37 pertenecen al SNIT¹⁶²) y centros especializados; los institutos han ganado un lugar específico en cada una de las regiones en que se ubican, convirtiéndose en algunos casos en la mejor opción de educación superior de la región, sin embargo, no se ha logrado consolidar una imagen que los identifique como unidad en el ámbito nacional e internacional. En este contexto, existe la necesidad de reorientar y canalizar adecuadamente las actividades de comunicación y difusión que se realizan en el Sistema, buscando posicionar al Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (SNIT) en la sociedad, prestigiándolo y ubicándolo como una opción de educación superior de calidad, a la altura de instituciones de reconocido prestigio tanto nacionales como internacionales.¹⁶³

Los planes de estudio vigentes fueron aprobados en 1993 y son producto del proceso de reforma de la Educación Superior Tecnológica. En éstos se define un modelo académico flexible cuya primera parte comprende una formación general básica sólida que incluye el fortalecimiento de la fundamentación científica y metodológica, la consolidación de la tecnología básica y la revalorización del trabajo experimental. Una segunda parte que cuenta con un espacio curricular de especialidades, para atender las necesidades de formación profesional de los sectores social y productivo en el ámbito regional, o en su caso incorporar a los planes de las carreras de manera oportuna, los avances científicos y tecnológicos.

La residencia profesional es una estrategia curricular incorporada en los planes de estudios, que posibilita la vinculación entre lo aprendido en los programas académicos de educación superior y su aplicación en los trabajos relativos al desempeño profesional, tanto en los sectores sociales y productivos como de investigación y desarrollo tecnológico.¹⁶⁴

Siendo un modelo académico que se caracteriza por tener planes de estudios reticulares, con un sistema semestral de créditos que permite, por una parte, que los estudiantes realicen sus estudios según su tiempo y necesidades y, por otra, que tengan movilidad interinstitucional¹⁶⁵, con lo que permite intercambiar experiencias a los profesores y directivos de las diferentes regiones del país y enriquecer las labores de cada

¹⁶² Instituto Tecnológico de la Paz: <http://www.itlp.edu.mx/publica/boletines/anteriores/b230/ptres.html>

¹⁶³ Dirección General de Institutos Tecnológicos: <http://www.dgit.gob.mx/paginasegunda.htm>

¹⁶⁴ Instituto Tecnológico de Oaxaca: <http://www.itox.mx/Instituto/ingenierias.html>

¹⁶⁵ Instituto Tecnológico de Nuevo León: <http://www.itnl.edu.mx/>

uno de ellos. Su organización está basada en un esquema departamental que permite optimizar recursos humanos, laboratorios, y estandarizar los niveles de conocimiento en las diferentes áreas académicas. Las carreras que se ofrecen están constituidas de tal forma que proporcionen bases científicas sólidas, conocimientos de ciencias aplicadas, metodologías de diseño en ingeniería y formación humanista, de acuerdo con los nuevos estándares de competitividad educativa. Los esfuerzos de la institución están encaminados hacia cuatro objetivos primordiales: fortalecimiento de la docencia, la investigación, la extensión y la difusión del conocimiento.¹⁶⁶

La actual administración de la Secretaría de Educación Pública de México, como todas las que la han precedido, se enfrenta al reto mayúsculo de la desigualdad de nuestra educación. Somos un país con grandes desigualdades económicas y tenemos, además, un sistema escolar profundamente inequitativo; las oportunidades –de acceso, permanencia, extensión de la escolaridad y, sobre todo, aprendizaje efectivo y calidad– se distribuyen desigualmente en la República Mexicana, y se ven acentuados por el modelo educativo que busca patentar la distribución de la sociedad. “La desigualdad ha marcado nuestra educación desde siempre y, aunque cada gobierno promete disminuirla y algunos han hecho esfuerzos serios y consistentes, los sexenios, también el último, terminan con saldos insatisfactorios.”¹⁶⁷ Una acción de la Secretaría de Educación Pública, fue la reciente creación (1991) de las llamadas Universidades Tecnológicas (en concordancia con los *Institus Universitaires de Technologie* franceses), que ofrecen una modalidad de educación superior corta (dos años después de bachillerato), ampliando cualitativa y cuantitativamente la oferta educativa; ante la tendencia del mercado laboral a exigir, de acuerdo al capital humano, una creciente escolaridad, al mismo tiempo que se ha devaluado los certificados educativos. Sin embargo, estas instituciones no han logrado una relación estrecha con las universidades, ni con los institutos tecnológicos; que permita continuar con la preparación de los egresados de las universidades tecnológicas, que fungen en el campo profesional como técnicos de mando intermedio –de ahí la creciente necesidad por crear líderes en

¹⁶⁶ Instituto Tecnológico de Morelia: <http://www.tecmor.mx/>

¹⁶⁷ Latapí Sarre, Pablo, (reseña) “Distintas escuelas, diferentes oportunidades. Los retos para la igualdad de oportunidades en Latinoamérica”, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7[16], pp. 665–669, septiembre–diciembre del 2002. p. 665.

todas las instituciones. La oferta abarca 23 carreras agrupadas en seis comisiones académicas distribuidas, a su vez, en 44 universidades tecnológicas, ubicadas en 24 estados de la federación.¹⁶⁸

Lo anterior ha tenido repercusiones en los Institutos Tecnológicos, porque desde hace varios sexenios la política de educación superior ha buscado fortalecer la educación tecnológica pública, teniendo una expansión (de la matrícula) más importante que las universidades públicas, siendo ésta mucho mayor para los institutos descentralizados; mas todo indica que los institutos contribuyeron a mejorar la accesibilidad de los servicios de educación, pero, “sin estar en condiciones de crecer con solidez, esto, obedeciendo todavía a una contradictoria visión tradicionalista y homogeneizadora de la educación superior”¹⁶⁹.

Organizacionalmente, los Institutos Tecnológicos forman parte del Sistema Nacional de Educación Tecnológica, y son dependientes de la Secretaría de Educación Pública a través de la Secretaría de Educación e Investigación Tecnológicas, bajo la coordinación de la Dirección General de Institutos Tecnológicos, la cual es el órgano rector que norma a los Institutos Tecnológicos, y a sus Unidades de Extensión, así como a sus Centros Especializados. La oferta educativa comprende carreras del ciclo superior y de técnico superior, así como especialidades, maestrías y doctorados. Además existen: los Centros Regionales de Optimización y Desarrollo de Equipo (CRODE), el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (CIIDET) y el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET).

Su oferta educativa en el área de química está representada por las carreras de Ingeniero químico (en 18 tecnológicos, 2 reconocidos por CACEI¹⁷⁰: Aguascalientes y Orizaba), Ingeniero Industrial en Química (en 8 tecnológicos), Ingeniero Bioquímico (en 10), Ingeniero Bioquímico de Alimentos (en 12), Ingeniero Bioquímico en Productos Naturales

¹⁶⁸ Villa Lever, Lorenza y Flores-Crespo, Pedro, “Las universidades tecnológicas mexicanas en el espejo de los institutos universitarios de tecnología franceses”, *Revista de la Educación Superior* 7[14], pp. 17-49, 2002.

¹⁶⁹ Didou Aupetiti, Sylvie, “Las políticas de educación superior en los institutos tecnológicos federales: una reforma inconclusa”, *Revista de la Educación Superior* 7[14], pp. 51-73, 2002.

¹⁷⁰ Las Ingenierías son reconocidas por el Consejo de Acreditación de la Ingeniería, A.C. que es un organismo reconocido por el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, A. C. (COPAES). Las carreras

(en 3: Colima, Tuxtla Gutiérrez y Celaya), Ingeniero Químico de Procesos (en Pachuca), Ingeniería de Materiales (en 3: Chihuahua, Morelia y Saltillo) y Químico (en el de Sonora, en la Unidad Guaymas).

En los Institutos tecnológicos descentralizados se imparten: Ingeniería Bioquímica: en 10; Ingeniería Industrial en 75 –dista mucho de la Ingeniería química; Ingeniería en Industrias Alimentarias en 21; e Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico Estudios Superiores de Ecatepec (acreditada por CACEI).

químicas serán reconocidas por el Consejo Nacional de Enseñanza y del Ejercicio Profesional de las Ciencias Químicas, A. C. (CONAECQ) que es un organismo que está por conseguir la acreditación de la COPAES.

3.7 Hacia la consolidación de la Investigación Química en México (1960).

Durante la década de los sesenta hubo tres sucesos que marcaron la profesionalización de la educación química, ligándola con la investigación –especialmente durante el posgrado; primero fue la modernización del Instituto de Química, que se trasladó a la actual Torre de Humanidades II de Ciudad Universitaria, después fue la creación del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN) y, por último, fue la creación de la División de Estudios de Posgrado, con la que finalmente se estructuró la Facultad de Química de la UNAM. Otra creación de primordial importancia para la investigación química nacional fue la fundación del Instituto Mexicano del Petróleo en 1965, y para la ciencia, fue la instauración del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en 1970.

El primer paso para la consolidación de la investigación química en la nación, lo realizó la universidad en los primeros años de la década de los cincuenta, pues con la creación de Ciudad Universitaria se creó la plaza de “personal de carrera”, sentando las bases necesarias para que la investigación adquiriera prioridad en los centros educativos y de formación de posgraduados; favoreciendo que los investigadores se dedicaran de tiempo completo a la institución. Ante la construcción de Ciudad Universitaria, el doctor Sandoval buscó los medios económicos, una vez más de la fundación Rockefeller y de la misma universidad, necesarios para convertir al Instituto de Química de la UNAM en el centro de investigación mejor dotado en personal, instalaciones, equipo y biblioteca del país.

El IQUNAM ocupó dos pisos de la entonces Torre de Ciencias, dejando los laboratorios de Tacuba a cargo de José Giral, para que se siguieran utilizando en la elaboración de las tesis profesionales de fitoquímica; y también en las tradicionales investigaciones de síntesis a partir de productos naturales de origen vegetal, dirigidas por Francisco Giral.

En las nuevas instalaciones del Instituto de Química la investigación se diversificó, pero siguió siendo su componente fundamental la química orgánica, especialmente la de productos naturales. Además arrancó una importante línea de investigación en trabajos de síntesis orgánica, que aumentaron tanto en número como en complejidad, y en forma

paralela al aislamiento y purificación de los metabolitos secundarios de las plantas mexicanas. Así mismo, nació la investigación en las áreas de fisicoquímica y de espectroscopía, vinculadas con la de productos naturales. Tardíamente se agregaron otras líneas de investigación como las de química inorgánica y bioquímica, muchas de ellas hasta la fundación de la División de Estudios de Posgrado.¹⁷¹

En 17 de abril de 1961 se fundó el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN), como un organismo descentralizado de interés público, con personalidad jurídica y patrimonios propios –bajo la notable influencia del secretario de educación pública Jaime Torres Bodet; esto fue con el firme objetivo de preparar investigadores y profesores especializados, capaces de promover la constante superación de la enseñanza y de generar las condiciones para la realización de investigaciones originales en diversas áreas científicas y tecnológicas que permitieran elevar los niveles de vida e impulsar el desarrollo del país¹⁷². Utilizando un solo criterio: “la mejor calidad”. Motivando a los investigadores a establecerse y a concentrar sus pensamientos en su trabajo, por medio de presupuestos holgados, instalaciones adecuadas y buena administración¹⁷³.

En 1965 se fundó el Departamento de Química, y comenzó en manos de investigadores extranjeros, que pronto abandonaron el Centro para regresar a sus respectivos países; enfocaron sus investigaciones en las áreas de química de esteroides, electroquímica, termoquímica y fisicoquímica orgánica. Además se unieron dos mexicanos, Pedro Lehman, preparado en los Estados Unidos, pionero de la producción industrial de hormonas – desarrolló sus investigaciones en el área de química biológica; el otro, un egresado del Instituto de Química, Pedro Joseph Nathan, se interesó en los productos naturales. Posteriormente se contrataron los primeros egresados del propio departamento, Sergio Cruz que continuó con la línea de investigación en esteroides, y Lilia Albert, que optó por iniciar la investigación en toxicología. Iniciando la consolidación de otro de los objetivos del

¹⁷¹ Walls, Fernando, “El Instituto de Química: Inicio de la investigación”, en Garritz Ruiz, Andoni, *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991). p. 117.

¹⁷² Reyes Tamez, Guerra, “Vocación por el conocimiento y la investigación”, *Avance y Perspectiva* 21, pp. 216–218, julio–agosto del 2002. p. 217.

¹⁷³ Contreras, Rosalinda, “El Cinvestav y la química”, en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991). p. 199.

Cinvestav: evitar la llamada fuga de cerebros; contratando, además, a varios doctores, mexicanos y extranjeros, recién egresados en el extranjero que ampliaron las líneas investigación con diversos y novedosos temas.¹⁷⁴

La División de Estudios de Posgrado tuvo un inicio muy modesto. “Todo comenzó cuando el doctor José Federico Herrán decidió dejar la comodidad de su laboratorio del doceavo piso de la Torre de Ciencias, para incorporarse a la Escuela de Ciencias Químicas de Ciudad Universitaria, y ocupar el laboratorio 4A, con todo y su silla, sus dos mesas y sus dos matraces; e iniciar los trámites necesarios para la creación de la División de Estudios de Superiores. Efectivamente, no había nada, ni laboratorio, ni plazas, ni equipo, ni dinero; pero si la idea de qué hacer, por qué hacerlo y de cómo hacerlo”¹⁷⁵. Esto fue durante el último año de la gestión como director del ingeniero Francisco Díaz Lombardo, que deseaba elevar la escuela a la categoría de facultad. Lo cual se consiguió en junio de 1965, cuando el Consejo Universitario aceptó tanto el traslado del doctorado a la Facultad como el del Reglamento de la División de Estudios de Superiores, con el químico Manuel Madrazo Garamendi de director.

Las tareas de docencia e investigación comenzaron en manos de José Federico Herrán, que tenía la firme intención de formar profesores de tiempo completo y de diversificar las áreas de investigación, que seguían confinadas en el estudio de la química orgánica, orientada hacia el desarrollo de ciencia básica.

Así, según palabras de Herrán, *iniciaron los preparativos para arrancar las maestrías y doctorados en química y bioquímica, mediante el envío de jóvenes profesionales al extranjero, con la prioridad de formar el personal académico necesario; sobre la premisa de que los equipamientos serían obtenidos a través de donativos o retribuciones por trabajos específicos de investigación aplicada*. Por lo que el apoyo de la Universidad y de la Fundación Rockefeller fueron decisivos para lograr el progreso. Otro acto fundamental del doctor Herrán, fue su preocupación por incorporar a la Facultad a una comunidad científica, integrándola, en 1967, al incipiente Centro Latinoamericano de

¹⁷⁴ Contreras, Rosalinda, “El departamento de química del Cinvestav”, *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 45[3], 2001. p.115.

¹⁷⁵ Mateos Gómez, José Luis, “La División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química de la UNAM. 35º Aniversario.”, *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 45[3], pp. 99–101, 2001. p. 100.

Química –formado por un acuerdo entre el gobierno mexicano y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO); teniendo a la Facultad como sede, ubicándola como un centro científico, que, una vez conocida, fue pronto ampliamente reconocida, particularmente por su alto nivel académico.¹⁷⁶ En 1967 la DES ofrecía las maestrías en Ciencias Químicas (Farmacia–química farmacéutica), Ciencias nucleares (Materiales Nucleares), (Reactores nucleares) y (Química nuclear) y en Farmacia (Control de medicamentos); además iniciaron las maestrías en administración industrial y en ingeniería química de procesos. Continuo ofreciendo el doctorado en ciencias químicas. Al siguiente año se abrieron las opciones de Maestría en Ciencias Químicas de (Química Orgánica) y de (Química Inorgánica)¹⁷⁷.

El Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) se creó el 23 de agosto de 1965 como consecuencia de la transformación industrial del país y de la necesidad de incrementar la tecnología relacionada con el desarrollo de las industrias petrolera, petroquímica básica, petroquímica derivada y química. “Fue creado para generar tecnología petrolera propia y así reducir los altos gastos que existían por concepto de importación de la misma”¹⁷⁸. Durante la primera década de su existencia (1965–1975) contó con uno de los mejores grupos de investigación interdisciplinaria en química, fisicoquímica e ingeniería que se hayan integrado en una institución nacional; produciendo varios trabajos relevantes y patentes que aún capitalizan a la institución para su prestigio y beneficio¹⁷⁹. Desde entonces, el Instituto Mexicano del Petróleo entró en una etapa de fortalecimiento interno, seguida de una importante expansión, que ha llevado a la Institución a consolidarse como uno de los centros de investigación más importantes en el ámbito nacional, como lo demuestran la gran cantidad de patentes obtenidas por la institución (864 en total, de las cuales siguen vigentes 338¹⁸⁰) y por el crecimiento número de artículos publicados en revistas internacionales.

¹⁷⁶ Garritz Ruiz, Andoni; Queré, Alain y Rius, Pilar, “El Posgrado de la Facultad de Química”, en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 145.

¹⁷⁷ División de Estudio de Posgrado: <http://cienciasquimicas.posgrado.unam.mx/>

¹⁷⁸ Historia del IMP: <http://www.imp.mx/imp/historia/>

¹⁷⁹ García-Colín Scherer, Leopoldo “El desarrollo de la química en México: físico–química y áreas afines”, *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 45[3], pp. 123–127, 2001. pp. 124–126.

¹⁸⁰ La investigación en el IMP, <http://www.imp.mx/publicaciones/libro/index.html> en El IMP hoy. p. 18.

A más de 35 años de su creación el “IMP está integrado por una planta de cerca de cuatro mil seiscientos trabajadores y tiene 122 laboratorios en sus instalaciones sede y seis más en el Parque Industrial La Reforma, Hidalgo; seis en el desarrollo industrial de Cactus, Chiapas; tres en Dos Bocas y dos en Poza Rica, Veracruz; cuatro en Ciudad del Carmen, Campeche y dos en Ciudad Madero, Tamaulipas, con lo que mantiene el liderazgo en materia de investigación petrolera y de formación de recursos humanos”¹⁸¹.

El primero de diciembre de 1970, Luis Echeverría tomó posesión como Presidente de la República. Venía de una campaña llena de promesas, de las cuales algunas recibirían atención inmediata, otras esperarían y muchas más quedarían en eso, promesas. Uno de sus compromisos fue impulsar la ciencia y la tecnología. No había pasado un mes desde su toma de posesión, cuando el 29 de diciembre de 1970 apareció en el Diario Oficial el Decreto que dio vida al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), que se creó como un organismo encargado de coordinar la investigación científica mexicana y de optimizar sus rendimientos para alcanzar el desarrollo de una tecnología nacional, capaz de liberar de la importación tecnológica; así, “con un gran retraso histórico, México tomó la decisión de hacer de la ciencia y la tecnología un ingrediente en la búsqueda de su desarrollo”¹⁸². En los primeros años de existencia del Consejo, surgieron los programas que aún constituyen el núcleo de la institución: la salud y los alimentos, la repatriación de “cerebros”, la formación de recursos humanos, las becas, y la creación de centros de investigación y de asistencia tecnológica¹⁸³.

Gracias a la política, iniciada por Federico Herrán, y adoptada por el recién formado CONACYT, de enviar estudiantes mexicanos al extranjero para hacer estudios de posgrado en cualquier disciplina o área, se inició en el país la diversificación y la modernización de la investigación en química. La preparación de químicos doctorados en el extranjero permitió la iniciación de grupos de investigación en especialidades como la química teórica, la

¹⁸¹ Crecimiento del IMP: <http://www.imp.mx/imp/historia/crecimiento.htm>

¹⁸² Campos López, Enrique y Ramos de Valle Luis Francisco, “De las perlas al collar. Historia de la Evolución del CIQA”, CIQA Ciencia Editorial, Saltillo, Coahuila, México, 2001. pp. 10.

¹⁸³ Campos López (2001), pp. 12.

fisicoquímica, la inorgánica y la química de materiales. Estos grupos surgieron en lugares como Cinvestav, la UAM y la UNAM.¹⁸⁴

Con excepción del posgrado del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, la creación de programas de maestría en Química, y en consecuencia de centros de investigación, en la provincia ocurre en los años 70 y los correspondientes a doctorado se encuentran actualmente en proceso de consolidación en algunos estados. Los posgrados en los estados se nutrieron fundamentalmente de los investigadores ya formados en el país y de los que fueron apoyados por el CONACYT para realizar estudios en el extranjero a partir de 1971.¹⁸⁵ Una característica de esta época fue la invención de las maestrías, con el doble fin de preparar individuos con especialidades concretas para la investigación y para la docencia, sustituyendo a los doctorados al convertir a las maestrías en un prerrequisito para realizarlos.

A lo largo de la década de los setenta se impulsaron importantes proyectos de investigación, pero uno de los más ambiciosos fue, sin duda, la fundación, el 2 de noviembre de 1976, del Centro de Investigación en Química Aplicada en Saltillo, Coahuila, con la importante misión de buscar procesos para aprovechar los recursos de las zonas desérticas bajo el precepto de ligar los temas científicos con problemas concretos; pero por la época, se dedicó a combatir la crisis de los energéticos –mientras se hacía énfasis en el ahorro de energía. Esto, con la participación del CONACYT y de la UNAM.

En el año 2000 el nuevo decreto introdujo la dimensión ambiental en los objetivos del Centro. El CIQA promueve ahora las nuevas regulaciones ambientales como el ISO 14000 en la industria del plástico, y regionalmente forma parte de las redes que impulsan la sustentabilidad del medio ambiente y sus recursos. En el área de formación de recursos humanos, el CIQA ofrece un Programa de Posgrado en Tecnología de Polímeros, a través del cual se preparan profesionales altamente calificados en el tema y además, el CIQA ofrece programas continuos de educación y entrenamiento, a través de seminarios, cursos (teórico-prácticos) y diplomados, dirigidos al personal de la industria.

¹⁸⁴ Barba Behrens, Norah y Contreras Theurel Rosalinda, "La química en México", en Menchaca, Arturo, *Las ciencias exactas en México*, Biblioteca Mexicana, FCE-CNCA, 2000. pp. 154.

¹⁸⁵ Desarrollo de la química en el país: <http://www.fc.uaem.mx/DOCTORADO/docqui/quimica/41docq.html>

Para reconocer la calidad del personal académico encargado de la investigación, y para conducir el trabajo de los investigadores, el CONACYT creó, en 1984, el Sistema Nacional de Investigadores, como un grupo de evaluación del trabajo científico, con la finalidad de activar y reorientar las investigaciones, así como alentar a los investigadores a publicar sus resultados (medida de la excelencia académica de impacto internacional). Entrar y permanecer en el SNI, requiere de una actualización continua del trabajo científico; es un sistema que estimula la dedicación individual a la ciencia y la efectividad de la misma con el apoyo de ingresos económicos para los investigadores, con lo que se ha logrado mantenerlos dentro de las instituciones de educación superior del país.

Así mismo, la fuerte crisis de los años ochenta impulsó al Conacyt a fortalecer los programas de posgrado recién establecidos por medio de la creación de un padrón de excelencia, incrementando la competitividad internacional de estos programas. Ante todo, “debemos considerar que la única opción para ser competitivos en un mundo global es transformarnos de un país consumidor de tecnología a ser una nación exportadora de conocimiento”¹⁸⁶, para lo cual no hay que menospreciar el valor de la investigación, ni del posgrado. *Ahora, a la ciencia y a la tecnología se les ha visto como dos mundos separados. En el mundo de la ciencia se busca la verdad, y al hacerlo se genera conocimiento que es sistematizado; en el de la tecnología se aplica el conocimiento y se convierte en un producto o servicio que encuentra lugar en la economía. Visto así, son dos formas de búsqueda con profundas diferencias que han hecho difíciles los esfuerzos por integrarlas. Paradójicamente, conforme ambas han avanzado, sus relaciones son más íntimas y profundas, haciendo que la división entre ellas sea cada vez más difícil de percibirse, lo que ha puesto en crisis los modelos tradicionales de innovación*¹⁸⁷. De lo anterior se desprende la importancia de los grupos dedicados a la ciencia básica —concebida como una actividad necesaria que sustenta a la tecnología, y que es parte de una cultura nacional propia, que además aporta al conocimiento universal; y los dedicados a la investigación aplicada (o tecnólogos). Ya que ésta tendrá que planearse para el mediano y largo plazos, ya sea para aportar soluciones a problemas actuales de la industria y de la sociedad, o porque quiera orientarse en función de definir nichos de oportunidad para una nueva

¹⁸⁶ Herrera Estrella, Alfredo, “La ciencia mexicana: planes que se convierten en hechos”, *Avance y Perspectiva* 21, pp. 97–99, marzo–abril del 2002.

¹⁸⁷ Campos López (2001), pp.15.

industria nacional. Apoyando a cada uno de estos grupos con el ámbito apropiado para desarrollar su trabajo. Por supuesto, el apoyo otorgado a cada grupo dependerá del grado de desarrollo del país; por ejemplo, el apoyo a las ciencias básicas tendrá que provenir en forma prioritaria del presupuesto federal, dado el desarrollo incipiente de la ciencia en México. Sus objetivos serán los de mejorar el nivel académico de los jóvenes que se forman en los campos de la ciencia, la ingeniería y la tecnología. También tendrá como función aportar nuevos conocimientos o actualizar los conocimientos de los tecnólogos que trabajen en la industria nacional. En cambio, el apoyo financiero a las actividades tecnológicas tendrá que incrementarse gradualmente por parte de la industria y de los inversionistas privados del país.¹⁸⁸

A pesar de la fuerte crisis económica, que volvió a marcar el ritmo de la ciencia durante los noventa, se dio un fuerte apoyo a los grupos de provincia, en especial para la adquisición de grandes instrumentos analíticos. Además, inició la cultura de evaluación de las instituciones de educación superior y la evaluación de sus posgrados –generando un *boom* de los programas de posgrado en prácticamente todas las universidades públicas y privadas del país. Además, iniciaron los doctorados directos a fin ahorrar tiempo vital a los nuevos investigadores. Pero, *al final del siglo, con la apertura comercial, explotó la necesidad por nueva tecnología, que hubo de ser importada en cantidades masivas, en una adicción creciente e incontrolable. No podremos vivir sin la ciencia y la tecnología que ahora es el fluido que mueve a la globalización, y a México dentro de ella. Ahora las empresas multinacionales han entrado en una nueva fase que en aquel entonces ni siquiera se imaginaban: descentralizar sus actividades de Investigación y Desarrollo Experimental a otros países, incluyendo México*¹⁸⁹, que requieren contar cada día con más y más personal capacitado para hacer frente a las necesidades de investigación ante una brecha científica mucho más amplia, pero con diferentes reglas.

En el nivel de posgrado, en México existe una oferta de estudios de doctorado competitiva con el extranjero; sin embargo, no se ha podido atraer a estudiantes de licenciatura en

¹⁸⁸ Morales Acevedo, Arturo, "Vinculación de la ciencia y la tecnología con la industria y la sociedad", *Avance y Perspectiva* 20, pp. 325–327, septiembre–octubre del 2001.

¹⁸⁹ Campos López (2001), pp. 13.

número significativo, principalmente porque los posgrados requieren, por varios años, de tiempo completo.

Pero un factor positivo en México ha sido la creación de numerosos posgrados, algunos de ellos con nivel de excelencia. Quedando la mayoría de las becas en su poder, ya que se concentran en las instituciones con mejor infraestructura física y humana, las cuales ya no tienen, en su mayoría, la capacidad de absorber a los egresados –incrementando la importancia de aumentar la oferta educativa de calidad. Lamentablemente “la mayoría de los resultados de las investigaciones han sido más bien académicos, que diseñados para la demanda específica del sector productivo”¹⁹⁰, esto ante el creciente fenómeno, de que la investigación básica, tarde o temprano sólo será costeable por aquellas empresas que dominen el mercado internacional. Esto será promoviendo las investigaciones en su totalidad. Sin embargo, México puede beneficiarse de los errores de otros, especialmente si cuenta con personal suficiente y bien entrenado.

Un rápido análisis del Sistema Nacional de Investigadores, muestra que hay 659 investigadores en áreas relacionadas con la química, concentrados principalmente en la UNAM (235, de los cuales 56 están en el IQUNAM y 56 en la Facultad), en el Cinvestav y en la UAM; además los investigadores están localizados en los centros de investigación paraestatales y en las universidades de mayor antigüedad, como se ve en la *tabla 1*, que representa al 70% de los investigadores miembros del SNI. El 71% de los investigadores son hombres, y la especialidad más importante es la de bioquímica con 164 miembros (casi el 25%), mas ésta presenta un enfoque fundamentalmente biológico. Bajo esta circunstancia la investigación química con mayor participación es la ingeniería química con sus 137 investigadores. Mientras que el resto de las áreas son practicadas por grupos científicos pequeños. Por otro lado, hay más de cuarenta lugares en donde el número de investigadores en química varía de uno a tres, sin que sea perceptible una participación activa de la industria privada –con la que persiste una escasa vinculación.

Institución.	Número de Investigadores.
Universidad Nacional Autónoma de México.	235

¹⁹⁰ Urquidi L., Víctor y Gil Valdivia Gerardo, “La política tecnológica y el proceso de desarrollo de en México”, *Ciencia, Revista Mexicana de la Academia de Ciencias*, 51[2], pp. 32–38, 2000. pp. 35

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados.	50
Universidad Autónoma de Metropolitana.	48
Instituto Politécnico Nacional.	29
Instituto Mexicano del Petróleo.	28
Universidad Autónoma de Puebla.	18
Centro de Investigación en Química Aplicada.	18
Universidad Autónoma de Nuevo León.	18
Universidad Autónoma de Guanajuato.	17
Universidad de Guadalajara.	17

Tabla 1. *Instituciones con mayor número de investigadores en el SNI en áreas relacionadas con la química*¹⁹¹.

Si bien se cultivan en México muchas disciplinas modernas de la química, no está cubierta toda la gama de especialidades posibles, y hay muchos campos o temas de investigación en los que no tenemos ningún experto. Por otro lado, hay muchos investigadores que comparten el mismo tema. Lo que permite decir que el número de temas es muy reducido – *si se evita la duplicidad, los proyectos de investigación mexicanos podrán apoyarse en los hombros de desarrollos internacionales*¹⁹². Además, con la modernización, la remuneración ha implicado nuevos mecanismos que permiten una vigilancia a distancia de los académicos –desde el punto de vista de egreso institucional– y una conducción institucional más precisa de su trabajo, los profesores e investigadores han adquirido una autonomía práctica que les permite decidir cómo realizar su trabajo, con la condición de rendir cuentas de manera periódica y atendiendo a las prioridades asignadas mediante los instrumentos de evaluación.¹⁹³

Hace falta apoyar a la ciencia, para que sea estudiada desde una amplia gama y enseñada desde una perspectiva moderna, a todos los niveles, incrementando la innovación en la investigación científica. Esto implica acumular capital humano a una tasa de crecimiento que toma en cuenta las expectativas futuras. Para ello hay que formar, atraer y conservar individuos preparados en el método de la ciencia y las “artes” de la tecnología¹⁹⁴.

¹⁹¹ Extraído de: Barba Behrens, Norah y Contreras Theurel Rosalinda, “La química en México”, en Menchaca, Arturo, *Las ciencias exactas en México*, Biblioteca Mexicana, FCE–CNCA, 2000. pp. 153.

¹⁹² Holland, Frederick Anthony, “México puede beneficiarse de los errores de otros”, *Ciencia, Revista Mexicana de la Academia de Ciencias*, 51[2], pp. 47–52, 2000. p. 51.

¹⁹³ Ibarra Colado, Eduardo, “La Universidad Autónoma Metropolitana y los límites de modernización. Análisis de las significaciones de una experiencia institucional aparentemente exitosa (1974–1992)”, en Ibarra (coordinador), *La universidad ante el espejo de la excelencia. En juegos organizacionales*, México, UAM–Iztapalapa, pp. 243–388, 1998.

¹⁹⁴ Campos López (2001), pp. 18.

3.8 Desarrollo de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (1972).

Desde la apertura de la división de estudios superiores, la investigación realizada dentro de la Facultad de Química tomó mayor importancia, por lo que la transformación de los programas de estudio de las maestrías y doctorados comenzaron a tomar relevancia a escala nacional, especialmente por el próximo incremento de las líneas de investigación que serían iniciadas por los estudiantes preparados en el extranjero por iniciativa de Federico Herrán. Así, en 1972, mientras esta nueva planta de profesores se preparaba en el extranjero, el Consejo Universitario aprobó tres nuevas opciones de posgrado a impartir en la División de Estudios Superiores, dividiendo oficialmente al doctorado en química en algunas de sus subáreas: química orgánica, química inorgánica y fisicoquímica. Modificando a las respectivas maestrías.

Cuando se revolucionaron y se modernizaron los enfoques prevalecientes en cuanto a la docencia del análisis y la fundamentación fisicoquímica de la química analítica, gracias a labor de Alan Quere y Pitsch, se constituyó, en 1974, al Departamento de Química Analítica, con el que arrancó su propia maestría.

En el periodo que comprende de 1977 a 1983, José Luis Mateos y Javier Padilla iniciaron no sólo un periodo de consolidación de las áreas existentes en la DES, sino la planeación de su crecimiento, con el objetivo de incorporar campos de la química demandados por los sectores de producción y de servicios. El primer suceso fue el traslado del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, acaecido en 1977, a sus actuales instalaciones (5000m²), diseñadas especialmente para sus necesidades. La División de Estudios Superiores abrió sus puertas el 3 de marzo de 1978. Durante este lapso, el 9 de enero de 1979, se aprobó el Reglamento General de Estudios de Posgrado y la sede del posgrado en química tomó el nombre de División de Estudios de Posgrado. El reglamento, enfatizaba que además de la importancia de obtener conocimientos y aptitudes,

este tipo de estudio debe desarrollar la creatividad y la capacidad de innovación, por lo que se deben centrar los estudios alrededor de las labores de investigación.¹⁹⁵

En 1979 aparecieron cuatro nuevos planes de posgrado: ingeniería de proyectos, biofarmacia, química e ingeniería química de alimentos; mientras que durante los siguientes cuatro años, seis planes fueron adecuados y actualizados. En este año se obtuvo el espacio correspondiente al tercer piso de lo que ahora es el Edificio “D”, para instalar ahí los programas de posgrado en administración industrial, ingeniería de proyectos y química nuclear.

Andoni Garrtiz, durante su gestión al frente de la División de Estudios de Posgrado, creó una nueva secretaría, a cargo de Asuntos de Investigación Contratada; formalizando, reglamentando y organizando la realización de proyectos bajo contrato. Esta apertura de la División logró una mejor distribución y equilibrio entre la investigación pura y aplicada, favoreciendo la entrada de nuevos ingresos hacia la facultad.

En 1985, Garrtiz durante su gestión como jefe de la División de Estudios de Posgrado, inició la reestructuración de las cuatro áreas de doctorado ya existentes: bioquímica, fisicoquímica, química orgánica e inorgánica, así como el diseño de otras cuatro, tres de ellas de nueva creación en el país: química de alimentos, química farmacéutica, química analítica e ingeniería química. Con la novedad de contar con un cuerpo especial de tutores y la transferencia directa de la maestría al doctorado –aunque esto último no se logró. Para septiembre de 1986 el proyecto había sido aprobado por el Consejo Universitario, pero fue puesto en marcha hasta el siguiente año.

En la década de los noventa (1992), la Facultad continuó con su crecimiento, mediante la construcción del Edificio “E”, encargado de albergar a los grupos de posgrado de bioquímica, farmacia, alimentos e ingeniería química, con sus 6000m² de edificios, laboratorios y servicios; porque el crecimiento de varios grupos de investigación exigía de nuevos espacios para realizar su óptimo desarrollo.

¹⁹⁵ Garrtiz Ruiz, Andoni; Queré, Alain y Rius, Pilar, “El Posgrado de la Facultad de Química”, en Garrtiz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 154–155.

La expansión de la educación superior en los años sesenta y el crecimiento y diversificación de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química produjo, como un efecto secundario adverso, la multiplicación excesiva de los programas de maestría. Así, según se integraban grupos de trabajo y se detectaba la necesidad correspondiente, se crearon diferentes planes de estudios, aun en campos afines, sin llevarse a cabo una integración adecuada, tanto para evitar los efectos negativos de la sobre-especialización, con el rescate de la concepción global del conocimiento, como para buscar un empleo óptimo de los recursos humanos y materiales.

En el Plan Estratégico 1993-2001 de la Facultad de Química, puesto en marcha para la maestría en el semestre 2004-I, en el quinto programa menciona las líneas generales de replanteamiento de los planes de estudio y la investigación. Esta propuesta de modificación es una respuesta a las políticas mencionadas en el Plan Estratégico, enfocadas a reducir el número de programas de maestría existentes, de manera que los nuevos sean más amplios y flexibles, para aprovechar mejor los recursos existentes, tener más relación con otras dependencias universitarias o externas (las cosedes universitarias son la FES Zaragoza, El Instituto de Ciencias Nucleares, el Instituto de Materiales y el Instituto de Química, siendo la sede la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química), y dar más horizonte, amplitud interdisciplinaria y libertad a la formación de los estudiantes; incrementando el peso académico de las actividades de investigación y fortaleciendo el sistema tutorial en la maestría y el doctorado; además de reducir el tiempo de graduación en el posgrado. Esta transformación e integración de planes de estudio tiene como guía el Reglamento General de Estudios de Posgrado aprobado por el Consejo Universitario en diciembre de 1995. En el nivel de maestría se abarca la formación en los campos de la química básica (analítica, inorgánica y orgánica), así como aquellos en los que la química se entrelaza con otras ciencias (biofarmacia, cerámica, control de medicamentos, química ambiental, química de alimentos, química farmacéutica y química nuclear), con énfasis en la formación en los aspectos químicos de éstos. El nuevo programa substituye a once opciones de cinco programas existentes e imprimé una mayor flexibilidad al proceso de formación de los estudiantes y promoviendo la multidisciplinaria, con la consecuente extensión de los horizontes y perspectivas de los egresados. Por otra parte, en el doctorado se integraron cinco de las opciones del plan de estudios vigente.

Cabe aclarar que en el mediano plazo se evaluará la conveniencia de crear un programa de maestría y doctorado en Ciencias Farmacéuticas, con la participación de otras entidades académicas universitarias. Por el momento, en aras de lograr una mayor integración, la Farmacia se incluye como un campo de estudios de esta propuesta.

3.9 Creación de la Universidad Autónoma Metropolitana y de las Unidades Descentralizadas de la UNAM (1974).

Como se ha visto a lo largo de este trabajo durante los años setenta se dio una explosión en la demanda de la educación superior, debida al aumento del grupo de edad de 18 a 24 años. La demanda de la educación superior provocó que el número de instituciones que ofrecían las carreras del área química se duplicara cada diez años, provocando una falta crónica de recursos humanos y materiales.¹⁹⁶ Los principales fenómenos de la expansión educativa empezaban a causar estragos en todo el sistema educativo, que incapaz de absorber a la demanda tenía que disminuir considerablemente la calidad de la educación para poder permitir la incorporación de un mayor número de aspirantes al ciclo de educación superior; sin embargo la demanda excesiva, ligada a la garantía de movilidad social que había demostrado durante las décadas anteriores, comenzaba a perder su bonanza, incluso para las instituciones universitarias, que pronto observaron un cambio en la falta crónica de recursos humanos, que se transformó en una sobresaturación de egresados de las instituciones de educación superior, imposibilitando al sistema productivo para absorber a todos los profesionales. Es decir, comenzaba a acrecentarse una importante crisis, la devaluación educativa, que pronto enfrentaría el duro golpe de una fuerte crisis económica (al inicio de la década de los ochenta), que provocaría la disminución de los presupuestos asignados a las instituciones de educación superior y a los proyectos de desarrollo e investigación.

Este importante crecimiento, llevó a una saturación de las principales instituciones de la educación superior —la UNAM y el IPN eran incapaces de incorporar a todos los alumnos que solicitaban su ingreso a la licenciatura; ante esta situación, el presidente Luis Echeverría Álvarez, solicitó a la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) un estudio sobre la demanda de educación del nivel medio superior y superior, así como propuestas para su solución. El 21 de noviembre de 1973 comparece el secretario de educación pública Ing. Víctor Bravo Ahúja ante la Cámara de

¹⁹⁶ Valiente-Barderas, Antonio, "La demanda de la educación superior en México en el área de la química", *Rev. Soc. Quím. Mex.* 24[2], pp. 73-81, 1980.

Senadores para explicar los objetivos y alcances de la creación de la Universidad Autónoma Metropolitana; así mismo, señaló que se propone la creación de la Universidad Metropolitana como organismo descentralizado y autónomo, se le atribuye la facultad de realizar sus actividades de investigación y difusión cultural conforme a los principios de libertad de cátedra y de investigación.

La demanda hacía necesaria la creación de nuevos centros de educación superior, pero estas nuevas instituciones, desde luego, ya no podían surgir como sus antecesoras, es decir como centros de educación tecnológica, que gradualmente, conforme adquirieran experiencia, podrían transformarse en instituciones de educación superior. Bajo esta primicia, los nuevos centro educativos, debían surgir con instalaciones modernas y adecuadas, que no sólo favorecieran el desarrollo de una educación meramente teórica. Las nuevas instituciones requerían de una infraestructura mucho más ambiciosa, que permitiera la realización de actividades experimentales en los cursos de licenciatura, y el desarrollo de la investigación, pura y aplicada, en las instituciones de educación superior.

El 17 de diciembre de 1973 se publica en el Diario Oficial de la Federación la Ley Orgánica de la Universidad Autónoma Metropolitana, la cual entra en vigor a partir del primero de enero de 1974. Transcurren siete meses desde que se propone la creación de una nueva Universidad y los primeros momentos de definición ya habían sido superados. Comenzó el diseño y la puesta en marcha de un proyecto académico lleno de esperanzas, dispuesto a enfrentar el reto de cumplir con las expectativas que se le habían conferido. El establecimiento de esta Universidad obedeció a dos criterios importantes: el primero, resolver el problema de la alta demanda educativa en la zona metropolitana; y, el segundo, poner en práctica nuevas formas de organización académica y administrativa. Se estableció una organización de unidades universitarias integradas por divisiones y departamentos académicos. Algunas de las modalidades que se plantearon son: El sistema trimestral, pago de cuotas, apoyo financiero y se eliminó el requisito de examen profesional para la titulación a nivel licenciatura.¹⁹⁷ La Universidad Metropolitana surgió bajo una concepción mucho más moderna de la educación, desde sus primeros años buscó vincularse con la investigación y, sobretodo, con nuevas formas de educar.

¹⁹⁷ Historia de la UAM: <http://www.uam.mx/sah/pre-pa/indice.html>

Las Escuelas Nacionales de Educación Profesional surgen debido a que las instalaciones de Ciudad Universitaria se hacen insuficientes para albergar a la creciente demanda, pero además con el propósito de llevar la educación profesional a la periferia del Distrito Federal, favoreciendo el acceso a la educación superior a otras regiones de la Ciudad de México. Así, en 1975 las ENEP Acatlán e Iztacala fueron inauguradas para comenzar sus actividades bajo los lineamientos establecidos por el Consejo Universitario. Al siguiente año se creó la ENEP Zaragoza y poco después la ENEP Cuautitlán, actualmente ambas son Facultades de Estudios Superiores. En estas últimas se imparten las carreras vinculadas con el área de la química, las cuales dependen directamente de la Universidad Nacional Autónoma de México, más no de la Facultad de Química, por lo que sus enfoques son muy diversos, ya que los programas fueron desarrollados por estas instituciones.¹⁹⁸

Una de las características más interesantes de la Universidad Metropolitana, es el sistema modular con el que están estructurados los programas de estudio de la UAM-Xochimilco. El Sistema Modular fue concebido como un instrumento flexible, de tal suerte que la enseñanza y el aprendizaje no se limiten a la transmisión de cuerpos fijos de conocimiento o de información, a riesgo de volver obsoleto lo que se enseña y lo que se aprende. Un módulo es una unidad de enseñanza aprendizaje donde el alumno y docente trabajan durante un trimestre, teórica y prácticamente, en equipo, mediante técnicas grupales en torno a una problemática vigente, relevante, pertinente y socialmente definida¹⁹⁹.

Bajo esta modalidad se imparte la carrera de Químico farmacéutico biólogo, el programa de estudios, al igual que las otras licenciaturas, se encuentra organizada en tres partes: Tronco Interdivisional (TID), Tronco Divisional y Tronco de Carrera. El primer módulo corresponde al TID, al cual concurren todos los estudiantes que ingresan a las tres divisiones de la UAM-X. El eje de conducción de esta unidad de aprendizaje es la construcción del conocimiento científico inmerso en un contexto social específico. El

¹⁹⁸ Galdeano-Bienobas, C., *Investigación y comparación de los planes de estudio de las universidades y escuelas tecnológicas que imparten la carrera de Ingeniería química en la República Mexicana*, Tesis, Fac. de Química, UNAM, México, 1982. pp. 23-24

¹⁹⁹ Berruecos Villalobos, Luis *et al.* *La construcción permanente del Sistema Modular*. México. UAM-Xochimilco. 1997.

objetivo general es que los estudiantes reconstruyan la imagen del científico y su quehacer en un momento histórico particular y lo incorporen en su práctica universitaria. Los temas que se abordan son: El Proyecto Académico de la Unidad Xochimilco, El Conocimiento Científico Frente a otros Conocimientos (el sentido común, la religión, el arte, etc.). Los dos siguientes módulos del Tronco Divisional reúnen, de igual forma que en el anterior, a los alumnos de diferentes carreras, pero ya en el seno de la división a la que pertenece la licenciatura que van a estudiar.

En la división de Ciencias Biológicas y de la Salud, en el segundo trimestre, cursan el módulo Procesos Celulares Fundamentales, en el cual se abordan los temas siguientes: La Sociedad y la Salud, Las Enfermedades Transmisibles y su Prevención, Inmunidad y Procesos Celulares y Manipulación de la Respuesta Inmune, Vacunación y Salud Pública. En el tercer trimestre se cursa el módulo Energía y Consumo de Substancias Fundamentales con los temas: Producción y Consumo de Alimentos en México y Aspectos Biológicos de la Nutrición.²⁰⁰

El Tronco Básico Profesional, o de carrera, se divide en tres etapas sin seriación entre ellas. Tiene el objetivo de desarrollar en el alumno la capacidad para investigar, analizar y evaluar problemas concretos relacionados con la obtención, evaluación y producción de fármacos, medicamentos y materiales de origen biológico que sean importantes para nuestro país. Las etapas son Obtención y producción de fármacos, Obtención, evaluación y producción de medicamentos y Obtención, Valoración, Estandarización y Producción de Productos Biológicos. Durante la primera etapa se busca capacitar al alumno en los aspectos epidemiológicos económicos, farmacológicos químicos, técnicos y administrativos, relacionados con la obtención, evaluación y producción de fármacos, a través de actividades a desarrollar en la planta piloto a escala semi-industrial, así como a nivel experimental en los laboratorios. Durante la etapa de medicamentos se prepara al alumno en todos los aspectos relacionados con la obtención, evaluación y producción de medicamentos, a través de actividades a desarrollar en la planta piloto a escala semi-industrial, así como a nivel experimental en los laboratorios. La etapa de productos biológicos cumple con los mismos objetivos que las anteriores, por medio de los siguientes rubros: Selección, análisis y obtención de un lote experimental de un

²⁰⁰ UAM – Sistema Modular: <http://cuevatl.uam.mx/~cuaree/no29.html>

producto biológico, para inmuno–profilaxis, diagnóstico o terapéutica (opoterápicos, hemoderivados, hormonas, etc.), Evaluación y estandarización experimental de un producto biológico y Planeación y obtención de un producto biológico a escala semi–industrial.

Para finales de la década de los setenta, y especialmente durante la década de los ochenta, la expansión educativa mostraba graves consecuencias en el ámbito nacional; el crecimiento sin control, la apertura excesiva de opciones educativas, repercutieron considerablemente en la calidad de la educación superior. Para finales de los setenta era evidente el agotamiento de la expansión educativa, que era perceptible por la pérdida de la movilidad social obtenida por los egresados –fenómeno que se vio acentuado con la crisis económica acaecida durante los primeros años de la década de los ochenta, que indujo un decremento en el desarrollo nacional; dentro de las instituciones, existía una clara falta de recursos humanos y económicos, que muchas veces repercutían en la organización política de la institución. Para finales de la década de los ochenta, esta situación se agravó, induciendo la creación de nuevas medidas para determinar, a distancia, la eficiencia y la calidad de la educación –terminando con el importante ciclo de la expansión educativa.

La Universidad Autónoma Metropolitana además ofrece las siguientes carreras en sistema escolarizado: en la UAM–Azcapozalco, en el área de Ciencias Básicas e ingeniería ofrece Ingeniería ambiental, Ingeniería química e Ingeniería Metalúrgica; en la misma División, la UAM–Iztapalapa ofrece Química e Ingeniería química, y en la de Ciencias Biológicas y de la Salud ofrece Ingeniería de Alimentos e Ingeniero bioquímico industrial. Mientras que la UNAM, por medio de las FES–Zaragoza ofrece Ingeniería química y Química farmacéutica y biológica; en la FES–Cuatitlán imparte Ingeniería en alimentos, Ingeniería química, Química, Química industrial y Químico farmacéutico biólogo.

Capítulo 4.

Actualidad de la Educación Química en México

4.1 Actualidad de la Educación Química en México (1980–2004).

La apertura del mercado, la disminución del crecimiento de la industria química, la gradual disminución de la participación industria química en el incremento del producto interno bruto y la crisis de los años ochenta tuvieron fuertes consecuencias sobre la educación terminando con la expansión educativa. Este crecimiento, en el interior de la República, se vio reflejado en la apertura de una gran cantidad opciones educativas de nivel profesional, sin que esto representara la creación de nuevos centros educativos con altos estándares de calidad, especialmente para las carreras de ingeniería química –que desde ese entonces iniciaron un proceso gradual hacia el incremento de la misma, muchas veces visible en las mejoras hechas a las instalaciones. A su vez, muchas instituciones de educación superior han buscado ampliar su oferta educativa, con nuevas carreras, en decremento de la calidad al dispersar sus recursos en las diferentes especialidades. También en este periodo inició una tendencia hacia el desarrollo de simuladores computacionales de procesos químicos, teniendo una notable aceptación entre las instituciones privadas ante la considerable inversión de los laboratorios de docencia, dotando de una importante fortaleza a los principales centros de educación química.

Para finales de la década la oferta en área química llegó a ser 49 carreras en un total de 140 instituciones –estas cifras no han variado significativamente desde entonces; sin embargo, estos datos reflejan la diversificación del campo de la química, y la segmentación de sus áreas, lo que de una u otra forma se traduce como una creciente tendencia hacia la especialización; por otro lado, hay un incremento sustantivo de opciones profesionales dentro del mismo campo, que muchas veces sólo representa diferencias nominales. En la actualidad existen alrededor de 100 instituciones que imparten carreras químicas, de las cuales 24 ofrecen Química, 70 Ingeniería química, 39 Química farmacéutico biológica, 14 Ingeniería metalúrgica y de materiales, 32 Química en alimentos, y 20 Bioquímica. No se consideran las unidades descentralizadas, ni muchas carreras impartidas por los Institutos

Tecnológicos por estar enfocadas hacia la ingeniería industrial; pero aun así es evidente la escasa variación que han sufrido este tipo de carreras en el interior de la república²⁰¹.

La transformación de los medios de comunicación forzó una reestructuración de las relaciones en el ámbito internacional, repercutiendo en la organización interna de las instituciones, que tienen que adaptarse gradualmente a los nuevos requerimientos sociales e industriales.

La gradual reorganización del sistema educativo, desde los ochenta, indujo que comenzaran a incorporarse profesores con maestría y doctorado a las plantas docentes de las universidades e instituciones de educación superior, incrementando su nivel académico al dedicarse de tiempo completo a la institución y a sus proyectos de investigación.

Un fenómeno que se acentuó a principios de la década de los noventa fue la disminución de la matrícula, llegando al extremo de cancelar las carreras de ingeniería química en varias universidades, o bien a la apertura de nuevas opciones educativas, como son la Ingeniería bioquímica, la Ingeniería ambiental y la Ingeniería en alimentos; de la misma manera, de la carrera de QFB se derivaron licenciaturas como la de Química en alimentos, Bioquímica, Química clínica y otras más. Desde que se creó la carrera de Ingeniería química, se llegó a establecer implícitamente que el ingeniero químico era el profesionalista preparado para manejar la industria de la transformación, que el químico estudiaba para convertirse en científico y que el farmacéutico era el profesionalista que llevaba a cabo los análisis clínicos. Esta idea ha llevado al país a la preparación de profesionales a la inversa de los países desarrollados, en éstos hay un ingeniero químico por cada 4 químicos, mientras que en México hay 1 químico por cada 11 ingenieros químicos. Los ingenieros desarrollan en la industria funciones de operadores, más que de diseñadores, y los químicos más de analistas que de desarrolladores de tecnología. Por supuesto, hay excepciones, y en distintas dependencias el ingeniero desarrolla ingeniería básica y de diseño, mientras que el químico, en las universidades, cuenta con grupos de excelencia que han logrado avances científicos importantes. Consecuencia de todo lo anterior fue la “disminución de la matrícula para la carrera de química, pues disminuyeron los recursos

²⁰¹ Para mayor información visitar la página de la Red Latinoamericana de Química: www.relaq.com

asignados a las universidades, pero creció la demanda por las carreras de Ingeniería química y QFB, puesto que continuo el crecimiento de la industria química y la población solicitante de servicios médicos²⁰² –adicionalmente, con la generación de las nuevas tecnologías creció la demanda por esta clase de profesionales, que se han visto en la necesidad de adaptar muchos de los procesos tecnológicos de vanguardia para mantener la competitividad de la industria nacional.

Una de las transformaciones más significativas de la universidad en México, a lo largo de los noventa, se encuentra en la operación de un novedoso dispositivo de regulación gubernamental, basado en la articulación de procedimientos de evaluación, programas de financiamiento extraordinario y exigencias específicas de cambios a las instituciones. Este dispositivo de ordenamiento institucional supone una modificación profunda de las relaciones entre el Estado y la universidad bajo los principios de la vigilancia a distancia y de la autonomía regulada. El nuevo mecanismo, que empezó a operar desde finales de los ochenta, tiene la finalidad de conducir a las instituciones de acuerdo con lo establecido en las estrategias y programas gubernamentales, y de otorgarles una nueva identidad que indique su renovada funcionalidad al servicio de la economía y de la sociedad.²⁰³ Los gobiernos de los presidentes Carlos Salinas de Gortari, de Ernesto Zedillo y de Vicente Fox se han caracterizado por una continuidad en las políticas educativas encaminadas explícitamente a transformar las pautas de crecimiento y desarrollo de la educación superior que habían prevalecido hasta finales de la década de los ochenta. El razonamiento de estas administraciones del gobierno federal, con respecto a la educación superior, era que al final de los ochenta, “muchas de las políticas de educación superior que en las décadas anteriores habían contribuido a un cúmulo de efectos positivos (movilidad social, organización política, productividad económica, etc.) comenzaban a tener rendimientos decrecientes, y ello justificaba por sí mismo su revisión”²⁰⁴. Desde esta perspectiva, si en el periodo de 1940–1988, el gran desafío del crecimiento se había convertido en el eje de las políticas del

²⁰² Manjarrez Moreno, Armando, “La química: ¿ciencia en extinción en México?”, en Garritz Ruiz, Andoni, *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991), pp. 481–483.

²⁰³ Ibarra Colado, Eduardo, “La nueva universidad en México: transformaciones recientes y perspectivas.”, *Revista Mexicana de Investigación Educativa* 7[14], pp. 75–105, 2002.

²⁰⁴ Reséndiz Núñez, Daniel, “Gestión de la educación superior en el periodo 1995–2000”, en *Memorias del quehacer educativo 1995–2000*, tomo I, México, Secretaría de Educación Pública, pp. 399–438, 2000.

desarrollismo educativo, ahora tocaba el turno a atender cuestiones como la calidad y la eficiencia de la educación superior, a través de políticas de diferenciación y evaluación destinadas a elevar la calidad y eficiencia (disminuir la deserción, la reprobación e incrementar el número de egresados) del sistema educativo, esto aplicando diversos sistemas de incentivos externos para inducir cambios en el perfil de desempeño de las instituciones y del sistema –en un contexto de crisis económica prolongada y de escasez de recursos financieros para las universidades públicas. Para esto se constituyeron programas como el Fondo de Modernización de la Educación Superior (FOMES), el Programa de Superación del Personal Académico (Supera), el Programa de Mejoramiento del Profesorado de las Instituciones de Educación Superior (PROMEP) y la constitución de organismos como el Centro Nacional de Evaluación (Ceneval); además se crearon el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C. (CACEI), el Consejo Nacional de la Enseñanza y del Ejercicio Profesional de las Ciencias Químicas, A.C. (CONAECQ) y el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, A. C. (COPAES), que surgió a finales del año 2000, todos ellos instrumentos de política pública que configuraron el nuevo marco de restricciones, oportunidades e incentivos orientados a elevar la calidad y la eficiencia de las instituciones de educación superior.

En otras palabras, el Estado intervino más, introdujo nuevos programas y políticas para modernizar sus relaciones con las universidades, pero sus contribuciones para lograr un cambio institucional significativo e innovador en términos del perfil del desempeño está aun por evaluarse. Para fines prácticos, el modelo de incentivos destinado a inducir cambios en los perfiles de ciertos sectores del desempeño universitario, pronto se convirtieron en financiamientos extraordinarios, lo que generó cambios en la infraestructura y en el equipamiento de muchas instituciones; pero no, necesariamente, en un replanteamiento de los programas de estudio, ni de los valores institucionales. Estos cambios favorecieron, entre otras cosas, la asimilación de más profesores con maestría y doctorado por parte las instituciones de educación superior, pero ahora bajo los términos de “excelencia educativa”, esto tuvo aparejado el incremento del número de programas de posgrado en prácticamente todas las entidades de la República.

En adelante, las universidades serán responsables de conducirse a sí mismas, teniendo que demostrar al Estado y a la sociedad que cumplen con las funciones para las que fueron creadas: la eficiencia terminal, el nivel de empleo alcanzado por sus egresados, la vinculación que mantienen con la industria y la sociedad, y la adecuación de su funcionamiento y su normatividad según lo exijan las circunstancias.²⁰⁵ Ahora, más que nunca, las universidades deberán dedicar recursos para llevar a cabo evaluaciones constantes de la efectividad de sus planes de estudio, para poder ofrecer una opción más competitiva y sobre todo de calidad de acuerdo a las exigencias de la industria y de la sociedad, inclusive, tendrán que mantener una vigilancia mucho más cercana de sus proyectos de investigación, por que ahora el presupuesto asignado dependerá, más que nunca, de los resultados alcanzados ante la sociedad, representada por los nuevos mecanismos de regulación a distancia.

En cuanto al avance de la revolución científica y tecnológica es innegable su influencia sobre las carreras del campo de la química, que por medio de las nuevas tecnologías (biotecnología, microelectrónica, informática, los nuevos materiales, etc.) se ven obligadas a reestructurarse y modernizarse al mismo tiempo que asimilan los avances en la teoría química (termodinámica y química cuántica), en la química (en la síntesis) y en la fisicoquímica (en las técnicas de caracterización), los cuales cada día permiten una exploración más aguda de la química y de sus posibilidades.²⁰⁶ Del mismo modo, en lo referente a la diversidad curricular del campo de la química, se espera que los planes y programas de estudio sean flexibles, globales e integrales, estructurados sobre un eje unitario que desarrolle las funciones intelectuales y culturales básicas más importantes, como análisis, síntesis, raciocinio, abstracción, conceptualización, inferencia, interpretación y resolución de problemas, a través del conocimiento de la estructura y de los métodos de la química básica, además de propiciar las capacidades para el aprendizaje continuo, así como la generación de conocimientos nuevos.²⁰⁷

²⁰⁵ Ibarra Colado, Eduardo (2002).

²⁰⁶ Topete, Carlos (1991). pp. 489.

²⁰⁷ Topete, Carlos (1991). pp. 497.

México posee la necesidad de estructurar planes de estudio competitivos en el ámbito internacional, especialmente con los de Estados Unidos y Canadá, países con los que los niveles de educación deben ser los mismos puesto que los profesionales de estas naciones pueden moverse y ejercitar libremente su profesión de acuerdo a los lineamientos del Tratado de Libre Comercio.

Estructurar las características fundamentales que debe tener cualquier programa de química, significa un plausible incremento en la calidad, que favorece la movilidad de los programas e incrementa su flexibilidad, factores acordes con las necesidades de crecimiento de una nación en desarrollo y con los avances científicos y tecnológicos generados alrededor del mundo. La relevancia de estructurar las características fundamentales que cualquier programa de química debe tener radica en que al integrar el sistema universitario con el resto del sistema de educación superior se puede fortalecer su diferenciación interior y combatir los rezagos acumulados en ciertas regiones, instituciones y sectores poblacionales²⁰⁸. Esto, destacando la posición internacional de la Universidad Nacional Autónoma de México, que es considerada la mejor universidad de toda Latinoamérica²⁰⁹; y un icono nacional en lo que respecta a la educación química.

Una vez que se ha logrado estandarizar la Química que todo estudiante debe dominar, pueden estructurarse los estudios especializados que la universidad desea ofrecer bajo sus lineamientos y sus líneas de oportunidad, estructurando un plan sostenido sobre los conocimientos básicos y sobre los objetivos de la carrera y de la institución. En la definición de los objetivos, de todo el programa, y en la selección y organización de los contenidos y de los procesos conducentes a la formación del futuro profesional se contemplan aspectos tales como la definición de los contenidos fundamentales, los procesos pedagógicos, la inclusión de nuevos conocimientos, las tecnologías avanzadas, los resultados y los avances en la investigación acerca de la enseñanza y de los problemas relacionados con el avance de la disciplina, la tradición y lo que implican los saberes y competencias acumulados y diferentes requerimientos sociales²¹⁰ e industriales. Esto,

²⁰⁸ Ibarra Colado, Eduardo (2002).

²⁰⁹ Aviles, Karina, "La UNAM, la mejor universidad de América Latina: estudio mundial.", *La Jornada*, lunes primero de marzo del 2004.

²¹⁰ Lagowski, J.J., "Chemical education: past, present and future", *J. Chem. Ed.*, 75[4], pp. 425-436, 1998.

considerando, en todo momento, los beneficios de una educación de alta calidad, igualitaria e íntimamente ligada a las necesidades de una nación en crecimiento; para lo cual, además, debe contemplar una formación cultural, a fin de cultivar los valores indispensables durante el desarrollo profesional. Cabe recordar que los planes de estudio no serían tan relevantes si no existieran profesores bien preparados con sólidos conocimientos de las materias, y que además posean ganas de enseñar, y motivar, a los alumnos interesados en sacar adelante su educación profesional²¹¹.

²¹¹ Lombardo Martínez, Juan Carlos (2002).

4.2 Breve Análisis de las Carreras Químicas en el Ámbito Nacional.

4.2.1 *Química.*

La carrera de Química, a pesar de ser la más científica del área, no ha tenido un desarrollo que responda a las necesidades científicas, tecnológicas, docentes y de investigación que demandan el desarrollo de la industria nacional y la explosión demográfica, aun cuando es una carrera con una amplia aceptación en el mercado profesional y con una fuerte influencia sobre la vida cotidiana. Sin embargo, estos últimos no han sido factores definitivos para que la carrera prolifere dentro de las instituciones de educación superior. Desgraciadamente la gran mayoría de las universidades de los Estados no han reconocido la necesidad de desarrollar la investigación científica o no cuentan con la infraestructura necesaria; los pocos grupos que han intentado establecer esta nueva filosofía enfrentan grandes problemas administrativos o de costumbres; además se debe romper con otros vicios tales como el centralismo, ya que hoy en día más de la mitad de los investigadores activos están concentrados en las instituciones públicas del Distrito Federal²¹².

En 1916, surge la carrera en la Escuela de Química de Tacuba, y en los treinta la ofrecen otras tres instituciones; para la década de los cincuenta la ofrecen nueve universidades, y por primera vez una escuela privada. Para finales de los setenta, la ofrecen 23 instituciones, y en la actualidad 24, nada más. Desde la década de los setenta, la carrera de Química, o su variante tecnológica, Química industrial, no han presentado un incremento considerable, aun cuando los programas de estudio han sufrido una evolución constante que les ha permitido mantenerse a la vanguardia de los conocimientos básicos; en gran medida, gracias a que en la mayoría de los planteles donde se imparte la carrera de química, los cursos están a cargo de científicos activos, que se encuentran envueltos en una constante renovación de conocimientos; sin embargo aún hace falta desarrollar e intensificar la capacidad pedagógica de los investigadores y resaltar la importancia de las capacidades didácticas y de la vocación para enseñar, porque sobre estos recae la responsabilidad de

transmitir sus conocimientos científicos a los alumnos, en particular, y a la comunidad en general²¹³. Además, al fomentar el estudio de la Química, se da un paso, primero al retroalimentar el sistema educativo, generando personalidades capaces de vender a la química como la ciencia esencialmente humana que es; y después, generando investigadores, por lo tanto conocimientos, que gradualmente ayuden a combatir la dependencia tecnológica nacional, rompiendo el círculo vicioso de la importación científica, que resulta ser más económico a corto plazo; pero que necesariamente implica una menor competitividad internacional. *La ciencia no debe seguir siendo vista como la actividad aislada de un pequeño grupo, sino como la búsqueda de la verdad, la fuente de la racionalidad, la fuente de la representación, construcción y avance de nuestra sociedad. Todo esfuerzo en favor de la ciencia debe ser percibido como una contribución al fortalecimiento de nuestra sociedad y al mejoramiento de nuestra calidad de vida*²¹⁴.

La educación química universitaria y tecnológica superior, tiene cómo objetivo primordial desarrollar una amplia percepción de la química en sus diferentes subáreas y, a partir de esta división, generar una visión unificada de la ciencia química, haciendo perceptible la influencia de cada una de sus facetas en los procesos químicos. Esto, inculcando en el individuo una independencia para analizar y conseguir la información; convirtiendo a esta última en una herramienta primordial para la resolución y comprensión de problemas. Además, busca desarrollar una serie de habilidades para la aplicación práctica de la ciencia, ya sea en la industria o en la investigación; todo esto debe estar ligado al cultivo de valores científicos y sociales que, necesariamente, deberá aplicar en su desarrollo profesional –después de todo, no sólo es cuestión de saber hacer, sino de saber actuar y de ética profesional.

La acreditación de programas académicos, como un medio para reconocer y asegurar la calidad de la educación superior, tiene su antecedente inmediato en los procesos

²¹² Herrera Estrella, Alfredo, "La ciencia mexicana: planes que se convierten en hechos", *Avance y perspectiva, Cinestav*, 21[2], pp. 97-99, marzo-abril, 2002. p. 99.

²¹³ Capurro, Luis, "La excelencia en la ciencia", *Avance y Perspectiva, Cinestav*, 22[1], pp. 35-41, enero-febrero, 2003. p. 37.

²¹⁴ Herrera Estrella, Alfredo, "La ciencia mexicana: planes que se convierten en hechos", *Avance y perspectiva, Cinestav*, 21[2], pp. 97-99, marzo-abril, 2002. p. 98.

de evaluación que adquirieron importancia creciente en el mundo a partir de la década de los años ochenta, volviéndose indispensables, para México, con el Tratado de Libre Comercio para, enseguida, remarcar su importancia ante un mundo “globalizado”; especialmente, ante la internacionalización de la actividad de investigación y desarrollo. Caracterizada por una creciente descentralización de los laboratorios de investigación y desarrollo, el auge de las alianzas estratégicas y la intensificación de la transferencia de tecnología y cooperación científica; favoreciendo un fuerte vínculo con la academia para el beneficio de las universidades, las empresas y la sociedad en general. Por lo que la participación y contribución de las universidades, al crecimiento económico y a la competitividad global, parecer ser, entonces la piedra angular del nuevo modelo de desarrollo, en donde la investigación y la docencia deberán ser más relevantes y utilitarias, y el contenido de las carreras tendrá que responder crecientemente a las necesidades del mercado de trabajo, mientras que la investigación tendrá que ser relevante, con respecto a los problemas prácticos de la empresa, dejando a la ciencia básica en manos de las empresas con mayor competitividad internacional.²¹⁵

En particular, en los campos vinculados con la ingeniería química y las ciencias químicas se observa una gran dinámica en la generación de nuevo conocimiento, y en la aplicación del mismo a una gran variedad de procesos vinculados con la innovación y el desarrollo tecnológico. Ello implica la necesidad, para las instituciones de educación superior, de revisar y actualizar periódicamente sus planes y programas de estudio, así como fortalecer la planta de profesores y la infraestructura, para poder ofrecer una formación acorde con el desarrollo de estas disciplinas. Una formación que le permita al egresado insertarse con éxito en el mercado laboral. De la misma manera, los profesionales requieren actualizar de manera permanente sus conocimientos, para poder participar activamente en los procesos de generación y apropiación de nuevas tecnologías, enfocados a la producción de bienes y servicios, y promover el enlazamiento entre la investigación científica y tecnológica, la

²¹⁵ Rico Rodríguez, Lilia, *Contribuciones científicas de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas al desarrollo científico nacional*, Tesis de Maestría, IPN, ESCA–Sección de Estudios de Posgrados e Investigación, México (2001). pp. 24–27.

innovación, la educación superior y la planta productiva en esquemas que fomenten el crecimiento sostenido.²¹⁶

En este contexto surgió, el 2 de mayo de 2001, el Consejo Nacional de la Enseñanza y del Ejercicio Profesional de las Ciencias Químicas, A.C. (CONAECQ), con la finalidad de coadyuvar al desarrollo y mejoramiento de las carreras relacionadas con la química, a través de la acreditación de programas académicos y la certificación de profesionales. Este organismo fungirá como el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, A. C. (COPAES), que surgió a finales del 2000, como respuesta a las demandas de la sociedad civil que deseaba la fundación de un organismo capaz de garantizar la operación de procesos confiables, oportunos y permanentes para el mejoramiento de la calidad de la educación superior, certificando que las organizaciones dedicadas a la acreditación de programas académicos cuentan con la capacidad organizacional, técnica y operativa necesaria para la realizar dicha acción; teniendo una estrecha relación con las funciones que desarrollan las autoridades educativas, los organismos profesionales y académicos, y particularmente, las instituciones de educación superior, públicas y privadas. La COPAES es una instancia capacitada y reconocida por el gobierno federal a través de la Secretaría de Educación Pública (SEP) que presta servicios a la sociedad sin fines de lucro, respetando y preservando la naturaleza y el régimen jurídico de las instituciones de educación superior. Todo esto con los objetivos de evitar posibles conflictos de intereses y de informar a la sociedad sobre la calidad de un programa de estudios de nivel superior, particularmente a los posibles alumnos, padres y empleadores.²¹⁷

4.2.2 *Ingeniería Química.*

Como se ha visto a lo largo de este trabajo, la Ingeniería química ha evolucionado a lo largo del tiempo para responder periódicamente a los requerimientos de la industria y de la sociedad. Durante los años treinta la actividad predominante del Ingeniero químico era la operación de industrias de predominio artesanal. Después a raíz de la nacionalización de la industria petrolera, aparece la necesidad de realizar actividades de planeación y desarrollo de proyectos industriales debidos al nacimiento de nuevas industrias químicas. Además, un

²¹⁶ CONAECQ: http://www.conaecq.org/conaecq_01_introduc.htm

buen número de ingenieros comienza a desarrollar labores de ventas y de servicios técnicos a clientes. Si bien durante la década de los cuarenta se establecieron un buen número de empresas pequeñas y medianas, es alrededor de los años cincuenta cuando se inicia un desarrollo sostenido en la fabricación de productos químicos básicos, lo que da a lugar a que el ingeniero se vea involucrado en actividades de montaje de plantas, de ingeniería de detalle y de estimación de costos del proyecto.

El Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos, desde su fundación en 1957, ha jugado un papel muy importante en la vinculación escuela-industria, por medio del reclutamiento de los jóvenes desde los primeros semestres de la carrera. Obteniendo una fuerte voz para expresar los requerimientos industriales.

La década de los sesenta estuvo marcada por el nacimiento y 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; así como asimilar y adaptar a esta última. Durante los setenta siguió el crecimiento de la petroquímica básica, e inició la diversificación de la petroquímica secundaria, con un importante aumento en la fabricación de plásticos y fibras sintéticas, así como un notable aumento en la producción de fertilizantes. También durante esta década nació la ingeniería de procesos, que se caracteriza por el diseño estratégico de procesos y de paquetes de ingeniería básica, esto por medio de la simulación y la optimización de los procesos. Además nacen los primeros laboratorios que permiten desarrollar la ingeniería básica experimental, llevando a cabo la concepción de procesos, el desarrollo de tecnología a escala piloto, y el cálculo y escalamiento a dimensiones industriales. Los años ochenta vieron la primera disminución del crecimiento de la planta industrial química y luego la apertura de mercado, con lo cual la industria mexicana fue lanzada a competir *necesaria y abruptamente* en el mercado mundial, mientras se hacía énfasis en el ahorro de energía, en la automatización, en el aumento de la calidad de los productos y en el cuidado ambiental. Además se trató de consolidar a los grupos de investigación y desarrollo, al menos en las

²¹⁷ COPAES: <http://www.copaes.org.mx/>

grandes industrias. Durante la década de los noventa se acentuaron los problemas de dependencia tecnológica, y de pérdida de competitividad internacional ante la carencia de un desarrollo intensivo de tecnología de punta nacional.²¹⁸

Actualmente, los principales ramos de la industria química que demandan ingenieros químicos en México son: petrolero, petroquímica, fibras sintéticas, adhesivos, pinturas, hules, azucarero, plásticos, resinas, cementos, cerveza, entre otros.

La ingeniería química es la carrera del área con mayor demanda, por lo que ha sido viable su subsistencia dentro de las instituciones privadas, haciendo indispensable su acreditación, que en este caso es otorgado por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C. (CACEI); así mismo, el Consejo contribuye al establecimiento de paradigmas y modelos de enseñanza de la ingeniería acordes con los avances de la ciencia y la tecnología, y con los requerimientos del ejercicio profesional, derivados tanto de las necesidades de la sociedad como de las de los futuros profesionales.

A decir de Lombardo (2002), las principales instituciones que ofrecen la carrera de Ingeniería química son²¹⁹:

- a) Universidad Nacional Autónoma de México en sus tres escuelas: Facultad de Química, FES-Zaragoza y FES-Cuautitlán. Orientadas hacia la química y la fisicoquímica.
- b) Universidad Autónoma Metropolitana en dos campus: Azcapotzalco e Iztapalapa. Un fuerte enfoque hacia el área física.
- c) Universidad Iberoamericana, Santa Fe. Mayor carga académica en el área de ingeniería química.
- d) Universidad La Salle. Tiene un fuerte perfil hacia el desarrollo de las ingenierías auxiliares, como la mecánica y la eléctrica; además cuenta con un sistema concentrado en el alumno favorecido por reducido número de alumnos.
- e) Instituto Politécnico Nacional. Cuenta con un gran número de horas dedicadas a las prácticas y visitas industriales, enfocada a la operación de la industria química y de procesos.
- f) Instituto Tecnológico de estudios Superiores Monterrey, campus Monterrey. Tiene la menor carga académica en el área de ingeniería química, concentrado los estudios en el área económico administrativa.
- g) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Es la que dedica el mayor número de horas a las matemáticas, además dedica un gran número de horas a la impartición de clases.
- h) Sistema de Instituto Tecnológicos. En general cuentan con una estructura que es fuertemente apoyada por las matemáticas y las ciencias sociales, teniendo poco énfasis en las áreas de física y de química.
- i) Universidad de Guanajuato.

²¹⁸ Valiente-Barderas, Antonio, "La enseñanza de la Ingeniería Química en México", *Educación Química* 7[1], páginas 16-24, 1996.

²¹⁹ Lombardo Martínez, Juan Carlos, "Análisis de los planes de estudio de la carrera de ingeniería química", Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM (2002). pp. 9, 40-42.

- j) Universidad de Guadalajara.
- k) Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- l) Universidad Autónoma de Yucatán.

La carrera de Ingeniería química es reconocida como una de las carreras más completas en cuanto a preparación se refiere –particularmente por el desarrollo de las capacidades analíticas del individuo. La estructura general del plan de estudios contempla un núcleo que comprende las ciencias básicas, las ciencias de la ingeniería química y las de aplicaciones de la ingeniería químicas; además el plan cuenta con las ingenierías auxiliares, las asignaturas económico administrativas, las de ciencias sociales y humanas, y optativas. El enfoque general de la carrera de Ingeniería química en México, varía de una universidad a otra, ya sea haciendo énfasis en la química, en las matemáticas, en la física, en la fisicoquímica, e, incluso, en las económico–administrativas. Cabe destacar que la mayoría de los planes de estudio tienen una fuerte carga en las materias de ingeniería. Además, la Ingeniería química muestra un patrón de preparación muy similar en las diferentes universidades del mundo, específicamente, en los planes de estudio de las universidades de México, Estados Unidos y Canadá; colocando a la carrera en un nivel de competitividad internacional.²²⁰

4.2.3 *Química Metalúrgica.*

La primera expansión de la educación en Química Metalúrgica se dio durante la década de los treinta, sin embargo ha tenido un desarrollo muy por debajo de los requerimientos nacionales, principalmente provocado por la falta de difusión que incide en la escasa demanda que presentan sus carreras directamente relacionadas.

Para 1940 se ofrecían, únicamente seis carreras relacionadas con el campo siderúrgico: Químico Metalurgista (desde 1916) y Geólogo (desde 1935) en la UNAM, Ingeniero Metalúrgico y Geólogo (ambas iniciaron ese año) en el IPN; y las dos de mayor antigüedad: la nacida en el Colegio del Estado de Guanajuato y la nacida en el Real Seminario de Minería, es decir Ingeniería de minas y metalurgista de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Es hasta 1956, cuando se establecen siete carreras más en: Zacatecas, Coahuila(2),

²²⁰ Lombardo Martínez (2002). pp. 6, 42, 91, 95.

San Luis Potosí, Chihuahua y en el Distrito Federal; sin embargo no surgirían más carreras hasta la década de los setenta, cuando se crearon otras cinco (cuatro de ellas fuera del Distrito Federal). Aun cuando para el año de 1957, la producción de acero ya rebasaba el millón de toneladas y se había quintuplicado para el año de 1975, de lo que se desprende que indudablemente los motivos de creación de dichas carreras están asociados al desarrollo de la industria siderúrgica mexicana. Estas profesiones son indispensables para desarrollar técnicas de elaboración y procesamiento de los materiales metálicos, fomentando la creación de nuevas tecnologías acordes con los recursos nacionales y con las necesidades reales; así como implementar la formación de profesores e investigadores capaces de formar nuevas generaciones de metalurgistas, con lo que se lograría no sólo abastecer a la industria en recursos humanos, sino retroalimentar el sistema educativo capacitando a quienes corresponderá la preparación de nuevos profesionales.²²¹

Sin embargo, dada la baja demanda ha surgido una tendencia a transformar las Ingenierías metalúrgicas en Ingenierías de materiales, ampliando el campo de trabajo y buscando incrementar su demanda; esta transformación implica más que nada las bases necesarias para la obtención de nuevos materiales, en su mayoría poliméricos, que también es un campo con una alta demanda de personal calificado, y que está relacionado con el desarrollo nacional ante la creciente demanda, y la necesidad de desarrollo de los llamados plásticos de ingeniería, es decir plásticos con propiedades específicas (como resistencia al calor y al impacto)²²²; sobre los plásticos de consumo, que presentan un menor valor comercial. Ante esta medida surgen dos incertidumbres: cuántos egresados de la carrera de Ingeniería de materiales incidirán en la industria siderúrgica, y más importante aún, ¿la preparación de los Ingenieros en materiales logrará cubrir las necesidades de la industria metalúrgica? Es indudable que se requiere la preparación de ambos profesionales, pero cabe destacar que la carreras enfocadas al estudio de los materiales no deben crecer a costa de la desaparición de las carreras de química metalúrgica.

²²¹ Villagómez, Rafael y Ríos, Herculano, "Formación de recursos humanos para la industria siderúrgica", *Revista de la Educación Superior* 18, abril-junio de 1976.

²²² Garriz Ruis, Andoni y Chamizo, José Antonio, *Del tequesquite al ADN. Algunas facetas de la química en México*, Colección la Ciencia para todos #72, Fondo de Cultura Económica, México (1997). pp. 118-199.

Las carreras metalúrgicas no han presentado ninguna variación desde entonces; actualmente se siguen impartiendo en las mismas 15 instituciones existentes desde los años setenta, aunque varias de ellas se han transformado en Ingeniería de materiales. Cuatro de ellas están en el Distrito Federal, dos en Coahuila, y las nueve restantes en: Chihuahua, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas. Es decir, la mayoría de las instituciones se localizan en el centro y en el norte del territorio nacional que es precisamente donde se encuentran los principales yacimientos mineros y las plantas para su beneficio. Las nueve carreras que se consideran afines a la industria siderúrgica son: Ingeniero geólogo, Ingeniero industrial en metalurgia, Ingeniero industrial en siderurgia, Ingeniero metalurgista, Ingeniero de minas, Ingeniero minero y metalurgista, Ingeniero químico metalurgista, Químico metalurgista, y por último, dadas las recientes modificaciones, Ingeniero en Materiales.

La siderurgia es un campo que ofrece una gran variedad de retos, especialmente por los factores energéticos involucrados para la producción de aleaciones, que se ven muy afectadas por la baja disponibilidad de coque en las principales zonas mineras del país – ahora, si aunamos esto a la alta contaminación y a la contaminación térmica generada, sin lugar a dudas el área metalúrgica se presenta como una industria que plantea una gran variedad de retos; siendo el primero de ellos la generación de métodos industriales que no requieran de coque, que incrementa considerablemente el precio de la producción. No basta con que los ingenieros metalúrgicos hayan logrado desarrollar procesos industriales autotérmicos, es decir, que no requieren energía externa, ya que la generan por medio de reacciones químicas exotérmicas; hace falta generar nuevos métodos que además de favorecer la reducción de costos, se acerquen cada día más a la llamada “química verde” evitando la formación de desechos industriales, que se generan desde la creación de una mina a cielo abierto –otro reto: generación de nuevos métodos de extracción. Es cierto que la investigación en el área en el mundo es intensa, pero aún plantea muchos retos, por lo que sería precipitado permitir la desaparición de la Ingeniería química metalúrgica.²²³

²²³ González Vargas, Fernando, “La siderurgia mexicana”, en Garriz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991), pp. 247–266.

4.2.4 *Química Farmacéutica y Biológica.*

Probablemente esta área sea la que más dificultades ha sufrido durante su desarrollo, especialmente por que al ser un área de estudio muy amplia requiere abordar muchos tópicos para desarrollar una preparación óptima en sus estudiantes, que requerirán una gran cantidad de conocimientos para acercarse al área en la que lleven a cabo su desarrollo profesional. Desde el punto de vista histórico, en México, el área ha estado íntimamente ligada con el estudio de la química desde que los farmacéuticos se unieron a la Escuela de Ciencias Químicas; colocando al área biológica en segundo plano, orientándose, casi en forma exclusiva, hacia el diagnóstico clínico y hacia la farmacia industrial²²⁴ – disminuyendo su impacto en las áreas de la salud y de desarrollo tecnológico. Sin embargo, los datos revelan que el campo de estudio más explotado en química es el área bioquímica, que forma la columna vertebral de los planes de estudio de las carreras químico-biológicas en la mayoría de las instituciones de educación superior. Preparando a los egresados para laborar en diferentes áreas, entre las que destacan la bioquímica, la biotecnología, la fisiología, la farmacia, los alimentos y en el área ambiental, todo bajo un contexto multidisciplinario –esto ante la cantidad de etapas necesarias para la realización de un proyecto de investigación. Por lo que el área demanda una gran variedad de profesionales para poder cubrir satisfactoriamente sus necesidades y las necesidades de la sociedad y la industria. Cabe destacar que la investigación en el área bioquímica es, fundamentalmente, biológica, por lo que no tiene el impacto esperado sobre el desarrollo de la química²²⁵, generando dificultades adicionales para su desarrollo.

Aun cuando existe un importante impacto de estos profesionales sobre la vida cotidiana, no se ha logrado consolidar su imagen ante la sociedad, especialmente por la carencia de suficientes centros de investigación y por la tendencia nacional de contratar a estos profesionales como técnicos especializados para laborar en áreas netamente químicas o de análisis y de control de calidad, o bien, son contratados como vendedores; siendo un

²²⁴ Espejo González, Ofelia, "La profesión farmacéutica", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991), p. 245.

²²⁵ Barba Behrens, Norah y Contreras Theurel Rosalinda, "La química en México", en Menchaca, Arturo, *Las ciencias exactas en México*, Biblioteca Mexicana, FCE-CNCA, 2000. p.174

número muy reducido los que llegan a laborar dentro de las áreas farmacéuticas, químico-biológicas y de investigación.

Las principales carreras que comprende el área químico-biológica son Químico farmacéutico biólogo, Químico bacteriólogo y parasitólogo, Químico farmacéutico industrial e Ingeniero bioquímico. Algunas de las actividades de los egresados de estas carreras son la obtención de materias primas de origen natural y sintético, el desarrollo y manufactura de fármacos, la producción y control de vacunas y sueros, la responsabilidad legal en establecimientos relacionados con su área de trabajo, la realización de análisis fisicoquímicos, químicos y biológicos de productos farmacéuticos, de biológicos, muestras clínicas y otros productos, la validación de procesos y de métodos de análisis, el diseño e implantación de sistemas de control de calidad, la administración de industrias y de laboratorios en el área de su especialidad, colaborar con las autoridades para el establecimiento y vigilancia de las normas correspondientes, la participación en la investigación y la solución de problemas ambientales y colaborar en programas de higiene y salud, así como en actividades de docencia e investigación²²⁶.

En la actualidad, las tecnologías de punta han remarcado considerablemente su importancia, una de ellas, la biotecnología, se concibe como un sector tecnológico clave en el desarrollo industrial contemporáneo. Estas nuevas tecnologías están estrechamente relacionadas con la investigación, permitiendo un mayor dinamismo en los procesos generadores del conocimiento. La biotecnología es la aplicación de los principios científicos y de ingeniería al tratamiento de los materiales por agentes biológicos para producir bienes y servicios, por lo cual el área químico-biológica tiene la obligación de abordarla para colocar a país en el génesis de una nueva era industrial. Aprovechándola en la industria químico-farmacéutica, en la de alimentos, en el control ambiental, en los tratamientos de residuos, en la agricultura, en la ganadería y en los energéticos, ya sea para generar nuevos productos o nuevos procesos de producción.²²⁷

²²⁶ Facultad de Química, UNAM: <http://www.fquim.unam.mx/sitio/>

²²⁷ Quintero, R. R., "Biotecnología", en: Corona L., *México ante las nuevas tecnologías*, 1ª Edición, CIIH-Porrúa, 2001. p. 181; Rico Rodríguez, Lilia, *Contribuciones científicas de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas al desarrollo científico nacional*, Tesis de Maestría, IPN, ESCA-Sección de Estudios de Posgrados e Investigación, México (2001). p. 31.

Remarcando, una vez más, la importancia de establecer nuevas relaciones entre las universidades y las instituciones que realizan investigación, con el sector productivo; especialmente porque la supervivencia de las universidades y de las áreas de estudio dependerá cada vez más de su capacidad para vincularse con la industria privada, así como de la experiencia mercantil que adquieran para comercializar sus propios resultados de investigación de manera autónoma.²²⁸

4.2.5 *Química en Alimentos.*

En la década de los treinta la única escuela que ofrecía especialidades en la Tecnología de alimentos era la Escuela Nacional de Agricultura, que sufría de escasa atención –lo cual no le impedía ofrecer un interesante programa educativo; por lo que el surgimiento²²⁹ de la carrera de Química en alimentos (1956) en la Universidad Veracruzana y de la especialización de Tecnología de alimentos (1958) dentro de la carrera de Ingeniería bioquímica en el Instituto Politécnico Nacional, llenaron un hueco importante en el desarrollo industrial, creando personal calificado en este importante sector industrial –que quizás sea el área de la química que ha crecido con mayor rapidez.

La aparición de estas opciones educativas son medidas urgentes ante un malestar crónico que ha aquejado al país a lo largo de su historia: la desnutrición –problema aún vigente que es parcialmente combatido por medio de la creación de bancos de alimentos, que no será completamente erradicado hasta que mejoren las condiciones económicas del país y se deseché la agricultura de subsistencia. De donde se desprende la gran importancia que tienen este tipo de profesionales en el incremento del bienestar y en el desarrollo nacional; cabe destacar, que día a día inciden directamente en nuestras vidas al aumentar la oferta de nuevos y mejores productos alimentarios, generando, además, una industria competitiva no sólo en el ámbito nacional.

La aparición de estas nuevas ofertas educativas favoreció el desarrollo de la tecnología de alimentos, que se encontraba considerablemente rezagada ante la incapacidad

²²⁸ Rico Rodríguez, Lilia (2001). p. 31–32.

²²⁹ Valiente–Barderas, Antonio, “La demanda de la educación superior en México en el área de la química”, *Rev. Soc. Quím. Mex.* 24[2], pp. 73–81, 1980. p. 80.

de la Escuela Nacional de Agricultura de generar la cantidad de profesionales requeridos para desarrollar un sistema industrial capaz de producir los bienes de consumo necesarios para la canasta básica nacional.

Sin embargo la Escuela Nacional de Agricultura hizo frente al problema desarrollando, en lo posible, un modelo educativo que tenía como objetivos primordiales promover, planear y dirigir producciones agropecuarias, con fines de industrialización. Ofreciendo en sus primeros semestres las ciencias básicas (matemáticas, física, química y biología); para después continuar con materias de agricultura, microbiología, economía, contabilidad, planeación agrícola y planeación industrial. En lo que se refiere a tecnología de alimentos ofrecía cursos específicos como: fermentaciones, granos y semillas, grasas y aceites, leches y azúcares. Para la década de los setenta era la única institución que ligaba la producción agrícola con el procesado de alimentos. Durante esta década la especialidad comenzó a tomar cierta relevancia, por lo que fue incluida dentro de los programas optativos de la carrera de Químico farmacéutico biólogo(1972) de la UNAM; la Universidad Iberoamericana creó el mismo año la Licenciatura en nutrición y ciencias de los alimentos y el Tecnológico de Monterrey, continuó (desde 1964) impartiendo la especialidad en la carrera de Ingeniería bioquímica.²³⁰

En la actualidad la carrera se imparte en 32 instituciones como Química en alimentos o similares, además de la existencia de otras veinte instituciones con la carrera de Ingeniería bioquímica, que como se vio antes, está íntimamente ligada a la de alimentos. Además existe el área de estudio de la química agrícola, que ha tenido un menor crecimiento y que es distintiva de las universidades estatales.

²³⁰ Villareal, Fidel, "Algunos aspectos de la enseñanza superior de la tecnología de alimentos en México", *Revista de la Educación Superior* 13, enero-marzo de 1975.

Conclusiones.

- La institucionalización de la educación química en México durante el siglo XIX fue un suceso de suma importancia porque para ese entonces la química ya se había impuesto como un saber imprescindible para la satisfacción de las necesidades humanas y para el desarrollo social. Uno de los grandes logros de esta especialidad fue su capacidad irse adaptando, principalmente durante los últimos años de la colonia, tanto a los avances de la disciplina, como a los proyectos del Estado.
- La principal aportación del Real Seminario de Minería fue la creación de una red química contemporánea, que prevaleció como un centro académico por casi dos décadas, a escala internacional, que colocó a la institución como un centro científico en el continente Americano. Además, la institución demostró gran relevancia sobre el desarrollo económico del México independiente al estar íntimamente ligada con una de las principales actividades de producción de la época.
- Una de las aportaciones más importantes de la Farmacia del siglo XIX fue la creación de una farmacopea nacional, de impacto internacional (Europa), en la que se rescatan los remedios tradicionales; posee particular relevancia porque continua con la tendencia encaminada hacia el aprovechamiento de una de las fortalezas de la nación, es decir, de sus recursos naturales. Algo de suma importancia, es que los egresados de la carrera de farmacia, y sus alumnos, fueron los que hicieron posible la posterior consolidación de la educación química en la nación al incorporarse a la naciente Escuela Nacional de Química Industrial.
- La creación de la Escuela Nacional de Química Industrial fue el paso definitivo hacia la institucionalización de la educación química en México, que al unirse con los farmacéuticos, terminó con la dispersión que caracterizaba al área; esto

dotó de gran fortaleza a la institución al ampliar el campo de estudio de las vertientes predominantes de la época: química industrial y farmacia; iniciando, adicionalmente, con el estudio de otras áreas indispensables para el desarrollo industrial: química y química metalúrgica. Los egresados de estas carreras pronto descubrieron que no existía una industria nacional capaz de absorberlos, mas hicieron frente al problema arrancando una industria de tipo artesanal.

- La consolidación de la Escuela de Química y Farmacia permitió que continuara el incipiente desarrollo industrial de la nación que había tenido escaso desarrollo desde la época colonial –este fenómeno se acentuó con la revolución; con lo que reafirmó que el desarrollo histórico de la educación química en las instituciones de educación superior, no es un proceso aislado, sino que está íntimamente ligado al desarrollo industrial y, por ende, al desarrollo económico nacional que pronto exigió la institucionalización de la educación química en el interior de la república –deseosa de continuar con su desarrollo industrial. Cabe destacar que el más fuerte impacto en el desarrollo de estos profesionales se da cuando sus actividades están enfocadas hacia el desarrollo industrial y hacia la investigación; sin embargo, hasta la fecha, muy pocos profesionales inciden en estos rubros.
- La presencia de los profesionales de la química fue fundamental para el desarrollo nacional, sin ellos no habría sido posible consolidar la expropiación de las industrias estratégicas ni incentivar una industria capaz de hacer frente a las necesidades de la nación –qué necesitaba reafirmar su soberanía e impulsar su desarrollo económico. En este lapso, la apertura de nuevas opciones educativas, complementarias a la UNAM, representó una importante diversificación de la educación química y un primer paso hacia el máximo aprovechamiento de los recursos naturales, distribuidos a lo largo de la República, en sus diferentes localidades, que exigían la institucionalización de la educación química para poder llevar a cabo dicha acción y así, combatir la migración de sus habitantes hacia la capital.

- Durante un largo periodo (1940–1970), los egresados de esta clase de carreras se incorporaron a una industria protegida, que no requería desarrollar tecnología de punta para competir en el mercado. A su vez, la industria tuvo un desarrollo veloz, que hizo que los profesionales de la química fueran asimilados por la industria en diferentes mercados ocupacionales, motivando la diversificación de las carreras químicas que se vieron en la necesidad de abordar, además, áreas como la económico–administrativa. Adicionalmente, al finalizar este periodo se comenzó a invertir en investigación, pero con las complicaciones generadas por la crisis de los inicios de los ochenta y por la dificultad de la ciencia para aportar resultados inmediatos, decayó pronto la tendencia de la nación hacia incrementar la investigación científica. Aun cuando se ha dado un importante avance en esta área, en México aún no se cubren una gran variedad de líneas de investigación, ni mucho menos se garantiza que los resultados de esta clase proyectos incidan sobre la nación.
- La diversificación de las carreras químicas muestra una clara tendencia hacia la especialización, al incrementar la segmentación de sus áreas; sin embargo, hay un incremento sustantivo de opciones profesionales dentro del mismo campo, que muchas veces sólo representan diferencias nominales. Lo anterior confirma el escaso incremento de las carreras químicas durante las últimas décadas, que en la actualidad deben, ante todo, preocuparse por incrementar la calidad de la formación, que debe gozar de una importante flexibilidad ante la gran variedad de los requerimientos industriales.
- La investigación científica cumple dos funciones importantes, generar nuevos conocimientos y mejorar las condiciones de vida de la comunidad por medio de la generación de nuevas tecnologías, que, indiscutiblemente, tienen un impacto inmediato sobre la vida cotidiana; por ello es indispensable apoyar decididamente su desarrollo, para que la ciencia tenga el impacto que debería sobre el progreso de la nación, que necesita incentivar su independencia

económica y su competitividad internacional –así cómo terminar con la importación de tecnología.

- La transformación mundial ha inducido un cambio estructural de las relaciones universidad–Estado, generando nuevos mecanismos de regulación educativa, que inciden sobre la organización interna de las instituciones de educación superior –sin perjudicar su autonomía–, que deben orientar sus objetivos de acuerdo a los nuevos requerimientos sociales, es decir demostrar, ahora más que nunca, que cumplen con los objetivos para los que fueron creadas (eficiencia terminal, índice de titulación, integración al mercado laboral, etc.). Al igual que han surgido nuevos mecanismos de regulación educativa, han surgido nuevos mecanismo de regulación de la investigación tendientes a la realización de investigación orientada.
- La modificación de las relaciones sociedad–universidad–industria, tendrán que reestructurarse para optimizar sus rendimientos –sin que esto signifique que las instituciones de educación superior se convertirán en unidades estratégicas de negocios (descentralizadas). En lo que concierne a la investigación, a la ciencia y al desarrollo, la industria, tendrá que implementar nuevos métodos para poder mantener su competitividad internacional, rescatando el valor de la investigación aplicada; mientras que las universidades, tendrán que revalorar la investigación básica, especialmente, porque conforme la ciencia avanza, la distancia entre investigación aplicada e investigación básica se hace más difusa.
- La supervivencia de las universidades y de las áreas de estudio dependerá cada vez más de su capacidad para vincularse con la industria privada, así como de la experiencia mercantil que adquieran para comercializar sus propios resultados de investigación de manera autónoma a fin de posicionarse dentro del sistema de producción.

- Las instituciones de educación superior mantienen una relación muy estrecha con el progreso de la sociedad, y de la nación; sin embargo ante la transformación de del modelo económico nacional –con el TLCAN– los profesionales de la química han dejado de tener un considerable impacto sobre el progreso de la nación, en parte por la disminución del poder –competitividad– de las industrias de la transformación.
- Es importante mantener un estudio continuo de los programas de estudio, así como generar nuevos métodos de enseñanza de la ciencia y de la tecnología adecuados a las revoluciones científicas, para preparar mejor a los profesores y maestros involucrados con la educación en ciencia, cualquiera que sea su nivel, para que no se genere un rechazo instintivo ante la aparente complejidad de las ciencias y sus aplicaciones.

Conclusiones Particulares por Áreas.

- La carrera de Química, a pesar de ser la más científica del área, no ha tenido un desarrollo que responda a las necesidades científicas, tecnológicas, docentes y de investigación que demandan el desarrollo de la industria nacional y la explosión demográfica, principalmente por la escasa vinculación de la industria con la investigación. Conforme los resultados de la investigación incrementen su impacto sobre la sociedad y la industria, la carrera tomará mayor presencia y demandará la apertura de nuevos espacios para su óptimo desarrollo y podrá entrar en una nueva etapa de crecimiento –que servirá para combatir la creciente dependencia tecnológica e incrementar la seguridad de las industrias químicas.
- La Ingeniería química ha evolucionado, en lo posible, para responder periódicamente a los requerimientos de la industria y de la sociedad, que internamente, dentro de los programas de estudio, se ha visto reflejado en la estructuración de unos programas que exigen movilidad de sus profesionales en diferentes campos laborales por lo que su preparación requiere de la generación

de una amplia gama de conocimientos que van más allá de la ingeniería y de la química, siendo indispensable su preparación en las áreas económico-administrativa y socio-humanística. Sin embargo, es importante que se de un incremento en la cantidad de estos profesionales que ejerzan labores propias del ingeniero químico en el sector industrial, sin que disminuya su participación en otras áreas del mercado profesional.

- El desarrollo de la Ingeniería química metalúrgica ha sido motivado por las necesidades de crecimiento de este importante sector industrial, que hoy día es uno de los que mejores resultados presenta en el ámbito nacional; sin embargo, tiende a desaparecer ante el incremento de la química de materiales, destacando aquella enfocada a la producción de los llamados plásticos de ingeniería –que resultan mucho más redituables. Ambos sectores, son importantes en el desarrollo de la industria nacional, pero, el de metalurgia tiene gran importancia porque el país cuenta con una gran cantidad de minerales que pueden ser aprovechados para competir en el mercado internacional, especialmente, si se producen productos terminados. En lo referente a la química de materiales, es innegable la importancia de desarrollar este sector industrial, pero es evidente, que las instituciones de educación superior deben generar ambos profesionales, sin permitir la desaparición de los metalúrgicos.
- La constante generación de nuevas tecnologías y el crecimiento del sector salud ha favorecido el desarrollo y diversificación de las carreras del área de química farmacéutica y biológica en el territorio nacional; en la actualidad se presenta como uno de los sectores industriales más competitivos y redituables en el ámbito internacional. El impacto de estos profesionales sobre la vida cotidiana es perceptible desde el momento en que se han incrementado las expectativas y mejorado la calidad de vida de la humanidad, al hacer frente a una gran cantidad de padecimientos; sin embargo esta es un área costosa de estudio, que requiere de grandes equipos multidisciplinarios y de investigaciones, cuyos resultados, son recabados a largo plazo, pero que necesariamente tienen un gran impacto no

sólo sobre la salud, sino, también, sobre lo económico. Particularmente, el área química en alimentos ha crecido con gran rapidez y ha demostrado tener importantes resultados sobre el desarrollo industrial, que han incidido en el incremento del bienestar social, sobretodo al asegurar la autosuficiencia alimentaria de la nación; es cierto, aún existen grandes retos, y grandes desigualdades, pero el posicionamiento de esta clase de industrias tiene un gran impacto sobre la economía, e inciden diariamente sobre la vida cotidiana al ofrecer nuevos y mejores productos.

Referencias Bibliográficas.

1. Aceves Pastrana, Patricia Elena. "Hacia una farmacia nacional: la primera farmacopea del México independiente", en Patricia Aceves Pastrana (editora), *Farmacia, historia natural y química intercontinentales*, pp. 161-177. México, D. F.: UAM-Xochimilco, 1995. Serie Estudios de historia social de las ciencias químicas y biológicas, núm. 3.
2. Aceves Pastrana, Patricia Elena y Wade Chambers, David, "Minería y política en México: El caso de la química (1821-1867)", en Aceves Pastrana, Patricia Elena, *La química en Europa y América (siglos XVIII y XIX). Estudios de la historia social de las ciencias química y biológicas*. México, UAM-Xochimilco, vol. 1, 1995. pp. 223-254.
3. Acosta Silva, Adrián, "En la cuerda floja. Riesgo e incertidumbre en las políticas de educación superior en el foxismo", *Revista Mexicana de Investigación educativa* 7[14], pp. 107-132, 2002.
4. Agraz de Diéguez, Guadalupe, *Juan Salvador Agraz. Fundador de la Primera Escuela de Química en México*, México, Facultad de Química, UNAM (2001).
5. Ávila Galinzoga, Jesús, "La carrera de la Ingeniería química en el ESQIE", en Garriz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 103-108.
6. Aviles, Karina, "La UNAM, la mejor universidad de América Latina: estudio mundial.", *La Jornada*, lunes primero de marzo del 2004.
7. Azuela, Luz Fernanda, "La institucionalización de las ciencias en México durante el porfiriato", en María Luisa Rodríguez-Sala, *Tres etapas del desarrollo de la cultura científico-tecnológica en México*, México, Instituto de Investigaciones Sociales UNAM, 1996, p. 73-85.
8. Azuela, Luz Fernanda y Guevara, Rafael. "Las Relaciones entre la Comunidad Científica y el Poder Político en México en el Siglo XIX, a través del Estudio de los Farmacéuticos", en Patricia Aceves Pastrana (editora), *Construyendo las Ciencias Químicas y Biológicas, Estudios de historia social de las ciencias químicas y biológicas*, México, D. F.: UAM-Xochimilco, 1998, núm. 4, pp. 239-257.
9. Barba Behrens, Norah y Contreras Theurel, Rosalinda, "La química en México", en Menchaca, Arturo, *Las ciencias exactas en México*, Biblioteca Mexicana, FCE-CNCA, 2000.
10. Berruecos Villalobos, Luis *et al. La construcción permanente del Sistema Modular*. México. UAM-Xochimilco. 1997.
11. Blanco, José Joaquín, *Se llamaba Vasconcelos. Una evocación crítica*, Fondo de Cultura Económica, primera edición, tercera reimpresión, México, 1993.
12. *Boletín de educación*, tomo I, núm. 4, agosto de 1916, pp. 320-323.
13. Borrego Durán, D., *Cuadros estadísticos de la Facultad de Química, 1916-1972*, Tesis, Facultad de Química, UNAM, México, 1973.
14. Caballero, Arquímedes y Medrana, Salvador, "El segundo periodo de Torres Bodet (1946-1958)" en Solana, Fernando, Cardiel Reyes, Raúl y Bolaños, Raúl (coordinadores), *Historia de la educación Pública en México*, SEP-FCE, México, 1981.
15. Campos López, Enrique y Ramos de Valle Luis Francisco, "De las perlas al collar. Historia de la Evolución del CIQA", CIQA Ciencia Editorial, Saltillo, Coahuila, México, 2001. Disponible en: <http://www.ciqa.mx/>

16. Capurro, Luis, "La excelencia en la ciencia", *Avance y Perspectiva, Cinvestav*, 22[1], pp. 35–41, enero–febrero, 2003.
17. Cárdiel Reyes, Raúl, "El período de conciliación y consolidación, 1946–1958", en Solana, Fernando, Cárdiel Reyes, Raúl y Bolaños, Raúl (coordinadores), *Historia de la educación Pública en México*, SEP–FCE, México, 1981.
18. Coordinación de la carrera de Ingeniería química, *Resumen de la propuesta de modificación del plan de estudios de la licenciatura de Ingeniería química*, Facultad de Química, UNAM, enero 2004.
19. Coordinación de la carrera de Ingeniería química metalúrgica, *Resumen de la propuesta de modificación del plan de estudios de la licenciatura de Ingeniería química metalúrgica*, Facultad de Química, UNAM, enero 2004.
20. Coordinación de la carrera de Química, *Resumen de la propuesta de modificación del plan de estudios de la licenciatura de Química*, Facultad de Química, UNAM, enero 2004.
21. Coordinación de la carrera de Química en alimentos, *Resumen de la propuesta de modificación del plan de estudios de la licenciatura de Química en alimentos*, Facultad de Química, UNAM, enero 2004.
22. Coordinación de la carrera de Química farmacéutico biológica, *Resumen de la propuesta de modificación del plan de estudios de la licenciatura de Química farmacéutico biológica*, Facultad de Química, UNAM, enero 2004.
23. Contreras, Rosalinda, "El Cinvestav y la química", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991), pp. 199–208.
24. Contreras, Rosalinda, "El departamento de química del Cinvestav", *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 45[3], pp. 115–119, 2001.
25. Córdova, Arnaldo, *La ideología de la revolución mexicana*, Edit. Era, México, 1984.
26. Chamizo, José Antonio, "La enseñanza de las ciencias en México. El paradójico papel central del profesor.", *Educación Química*, segunda época, 11[1], pp. 211–212, enero del 2000.
27. De María, y Campos, Alfonso, *Estudio histórico-jurídico de la Universidad Nacional de 1881–1929*, México, UNAM (1975).
28. Didou Aupetiti, Sylvie, "Las políticas de educación superior en los institutos tecnológicos federales: una reforma inconclusa", *Revista de la Educación Superior* 7[14], pp. 51–73, 2002.
29. Domínguez, Xorge, "Química en productos naturales", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 123–140.
30. Dulles, Jhon W.F., *Ayer en México. Una crónica de la revolución (1919–1936)*, Fondo de Cultura Económica, primera edición de en español, quinta reimpresión, México, 2000.
31. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) – Catálogo de estudios de posgrado – IPN, Guía de Admisión (1997–1999).
32. Espejel, Juan Pablo (1986). "La crisis universitaria de 1935", en Guevara Niebla, G. (comp.) *Las luchas estudiantiles*, tomo II, México: Línea/UAZ/UAG.
33. Espejo González, Ofelia, "La profesión farmacéutica", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991)., pp. 235–245.

34. Flores y Troncoso, Francisco de Asís. *Historia de la medicina en México: desde la época de los indios hasta la presente*, edición facsimilar, tomo III, México, Instituto Mexicano del Seguro Social, 1982.
35. Galdeano-Bienobas, C., *Investigación y comparación de los planes de estudio de las universidades y escuelas tecnológicas que imparten la carrera de Ingeniería química en la República Mexicana*, Tesis, Fac. de Química, UNAM, México, 1982.
36. García-Colín Scherer, Leopoldo "El desarrollo de la química en México: físico-química y áreas afines", *Rev. Soc. Quím. Méx.*, **45**[3], pp. 123-127, 2001.
37. García Fernández, Horacio, "El nacimiento de la facultad", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México (ayer, hoy y mañana)*, México, Facultad de Química, UNAM, 1991. pp. 73-101.
38. García Fernández, Horacio, *Historia de una Facultad. Química 1916-1983*, 1ªEd, México, Facultad de Química-Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, 1985.
39. Garritz Ruiz, Andoni, "De ideas previas y enseñanza de la química", *Educación Química*, segunda época, **11**[2], pp. 211-212, Abril del 2000.
40. Garritz Ruiz, Andoni, "La educación de la química en México en el siglo XX", *Rev. Soc. Quím. Méx.*, **45**[3], pp. 109-114, 2001.
41. Garritz Ruiz, Andoni, "Más sobre ideas previas y enseñanza de la química", *Educación Química*, segunda época, **11**[3], pp. 291-292, julio del 2000.
42. Garritz Ruiz, Andoni; Queré, Alain y Rius, Pilar, "El Posgrado de la Facultad de Química", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 141-198.
43. Garritz Ruiz, Andoni y Chamizo, José Antonio, *Del tequesquite al ADN. Algunas facetas de la química en México*, Colección la Ciencia para todos #72, Fondo de Cultura Económica, México (1997).
44. Gómez Junco, Horacio, "Presente y futuro de cinco innovaciones educativas en el Tecnológico de Monterrey", *Revista de la Educación Superior* **13**, enero-marzo de 1975.
45. Gómez Nashiki, Antonio, "El movimiento estudiantil mexicano. Notas históricas de las organizaciones políticas, 1910-1971", *Revista Mexicana de Investigación Educativa* **8**[17], pp. 187-220, enero-abril 2003.
46. González Vargas, Fernando, "La siderurgia mexicana", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991)., pp. 247-266.
47. Guerrero, O.G., "La revolución científico técnica", *Ciencia, Arte: IPN Cultura*, **3**[16], noviembre-diciembre, México, D.F. pp. 43-48.
48. Hernández Camargo, Emiliano, "Planes de desarrollo de los Institutos Tecnológicos Regionales", *Revista de la Educación Superior (ANUIES)*, **19**, julio-septiembre de 1976.
49. Hernández-Luna, M., *Propuesta curricular para la carrera de Ingeniero químico*, Facultad de Química, UNAM, 1987.
50. Hernández M., Gisela y Montagut B., Pilar, "¿Qué sucedió con la magia de la química?", *Revista de la Educación Superior*, **77**[1], enero-marzo de 1991.
51. Herrera Estrella, Alfredo, "La ciencia mexicana: planes que se convierten en hechos", *Avance y Perspectiva* **21**, pp. 97-99, marzo-abril del 2002.
52. Holland, Frederick Anthony, "México puede beneficiarse de los errores de otros", *Ciencia, Revista Mexicana de la Academia de Ciencias*, **51**[2], pp. 47-52, 2000.

53. Huerta Jaramillo, Ana María, "La farmacia y las ciencias médicas en Puebla", en Patricia Aceves Pastrana (editora), *Farmacia, historia natural y química intercontinentales*, pp. 161-177. México, D. F.: UAM-Xochimilco, 1995. Serie Estudios de historia social de las ciencias químicas y biológicas, núm. 3. 179-188.
54. Huerta Jaramillo, Ana María. "La Primera Materia Médica del México Independiente: Influencias y Procedencias", en *Tradiciones e intercambios científicos: materia médica, farmacia y medicina*, pp. 301-316, México, D. F.: UAM-Xochimilco, 2000 serie Estudios de historia social de las ciencias químicas y biológicas, núm. 5.
55. Ibarra Colado, Eduardo, "La nueva universidad en México: transformaciones recientes y perspectivas.", *Revista Mexicana de Investigación Educativa* 7[14], pp. 75-105, 2002.
56. Ibarra Colado, Eduardo, "La Universidad Autónoma Metropolitana y los límites de modernización. Análisis de las significaciones de una experiencia institucional aparentemente exitosa (1974-1992)", en Ibarra (coordinador), *La universidad ante el espejo de la excelencia. En juegos organizacionales*, México, UAM-Iztapalapa, pp. 243-388, 1998.
57. Jarillo Soto, Edgar C., Chapela Mendoza, Ma. del Consuelo, Jiménez Arteaga, Blanca D. y Reséndiz Arreola, Juana, "25 años de formación docente en la UAM-Xochimilco, *Revista Reencuentros*, <http://cuevatl.uam.mx/>
58. Jiménez Liso, Ma. Rut, Sánchez Guadix, Ma. Ángeles y De Manuel Torres, Esteban, "Química cotidiana para la alfabetización científica: ¿realidad o utopía?", *Educación Química* 13[4], pp.259-266, octubre del 2002, p. 261.
59. Lagowski, J.J., "Chemical education: past, present and future", *J. Chem. Ed.*, 75[4], pp. 425-436, 1998.
60. Latapí Sarre, Pablo, (reseña) "Distintas escuelas, diferentes oportunidades. Los retos para la igualdad de oportunidades en Latinoamérica", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7[16], pp. 665-669, 2002.
61. Latapí Sarre, Pablo, *Política educativa y valores nacionales*, Edit. Nueva Imagen, México, 1978.
62. "Ley Organica de la Universidad Nacional Autónoma De México (1929)", en el *Diario Oficial de la Federación* del 26 de julio de 1929, pp. 1-8.
63. Lombardo Martínez, Juan Carlos, "Análisis de los planes de estudio de la carrera de ingeniería química", Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM, 2002.
64. Magendzo, Abraham, "Reflexión en torno a las reformas educativas de los Institutos Tecnológicos Regionales de México", *Revista de la Educación Superior*, 16, octubre-diciembre de 1975.
65. Manjarrez Moreno, Armando, "La química: ¿ciencia en extinción en México?", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 471-486.
66. Martín Sánchez, Manuela, "Reflexiones sobre la enseñanza de la química", *Educación Química*, segunda época, 11[1], p. 188-190, enero de 2000.
67. Martínez Solís, Sandra. *et. al.*, "La transformación de una profesión. Las primeras farmacéuticas mexicanas.", en *México en el siglo XX*, tomo I, México, Archivo General de la Nación. pp. 622.
68. Mateos Gómez, José Luis, "La División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química de la UNAM. 35º Aniversario.", *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 45[3], pp. 99-101, 2001.

69. Mendoza Ávila, Eusebio, "La educación tecnológica en México", en Solana, Fernando, Cardiel Reyes, Raúl y Bolaños, Raúl (coordinadores), *Historia de la educación Pública en México*, SEP-FCE, México, 1981.
70. Mendoza, María Eugenia, Química en Puebla en el Siglo XX: continuación de una tradición., *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 45[3], pp. 131-135, 2001.
71. Miramontes, Luis E., "La industria de esteroides en México y un descubrimiento que cambiaría al mundo", *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 45[3], pp. 102-104, 2001.
72. Morales Acevedo, Arturo, "Vinculación de la ciencia y la tecnología con la industria y la sociedad", *Avance y Perspectiva* 20, pp. 325-327, septiembre-octubre del 2001.
73. Moreno, B.R., *La escuela del proletariado. Ensayo histórico sobre la educación técnica en México.*, 1ª Ed. Universidad de Puebla, IPN, México, 1987.
74. Muñoz Izquierdo, Carlos, *Educación, estado y sociedad en México (1930-1976)*, Serie ensayos No. 14 Edit. Cuadernos Universitarios, México (1980).
75. *Nueva Farmacopea Mexicana de la Sociedad Farmacéutica de México*, México, Imprenta de Ignacio Escalante, 1874; *Nueva Farmacopea Mexicana de la Sociedad Farmacéutica de México*, segunda edición, México, Imprenta de Francisco Díaz de León, 1884.
76. Ortiz Reynoso, Marina, *El estudio de la enseñanza de la farmacia en México (1870-1893)*, México, Facultad de Química, UNAM, tesis de licenciatura, 2001.
77. de la Peña Manrique, Ramón, "El futuro de la educación", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 507-520.
78. Padilla Olivares, Javier, Génesis de una facultad, *Revista de la Sociedad Química de México*, Vol. 45[3], pp. 105-108, 2001.
79. Pérez Miravarte, Adolfo, *50 años de investigación en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (1934-1984): una valoración crítica a la luz de su evaluación histórica*, ENCB-IPN-Investigaciones, México, D.F. (1984).
80. Pimienta Lastra, Rodrigo y Zanabria Salcedo, Martha, "El primer año en cifras de una generación de la UAM-Xochimilco, *Revista Reencuentros* 29. <http://cuevatl.uam.mx/~cuaree/no29.html>
81. Quintero, R. R., "Biotecnología", en: Corona L., *México ante las nuevas tecnologías*, 1ª Edición, CIIH-Porrúa, 2001.
82. Rangel Guerra, Alonso, "Objetivos de la enseñanza superior frente a los requerimientos del desarrollo y el avance tecnológico", *Revista de la Educación Superior* 1[1], 1972.
83. Reséndiz Núñez, Daniel, "Gestión de la educación superior en el periodo 1995-2000", en *Memorias del quehacer educativo 1995-2000*, tomo I, México, Secretaría de Educación Pública, pp. 399-438, 2000.
84. Reyes Tamaez, Guerra, "Vocación por el conocimiento y la investigación", *Avance y Perspectiva* 21, pp. 216-218, julio-agosto del 2002.
85. Rico Rodríguez, Lilia, *Contribuciones científicas de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas al desarrollo científico nacional*, Tesis de Maestría, IPN, ESCA- Sección de Estudios de Posgrados e Investigación, México (2001).
86. Rilke, Nina, "La farmacia en México a finales del siglo XIX", *Relaciones* 88 (Universidad de la Sorbona), Vol. 22, otoño 2001.
87. Robles de la Rosa, Leticia y Ruiz, M., "El IPN: Seis décadas de un proyecto educativo", *Revista de la Educación Superior en Línea*, Vol. XXV (4), número 100, octubre-diciembre de 1996. (Disponible en: <http://www.anuies.mx/>).

88. Robredo Uscanga, Juan Manuel, "Un caso de departamentalización en México: La reforma académica de la Universidad Iberoamericana", *Revista de la Educación Superior* 74[2], abril-junio de 1990.
89. Romero, Carmen M. y Blanco, Luis H., "Un currículo básico para las carreras de química en Latinoamérica", *Educación Química* 13[2], pp. 129-132, 2003.
90. Saladino García, Alberto, La Química Divulgada por la Prensa del Nuevo Mundo, en Aceves Pastrana, Patricia Elena, *La química en Europa y América (siglos XVIII y XIX). Estudios de la historia social de las ciencias química y biológicas*. México, UAM-Xochimilco, vol. 1, 1995. pp. 177-199.
91. Sánchez de Jiménez, Estela, "La investigación bioquímica en México", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 361-373.
92. *Semblanza del señor ingeniero don Juan Salvador Agraz*, Edición particular, México, Hermanos Agraz Suárez Real, 1981.
93. Silva Herzog, *La historia de la Universidad de México y sus problemas*, Siglo XXI editores, 3ª ed., México, 1979.
94. Solórzano Gómez, Cristian, *Un Análisis Histórico de la Educación Tecnológica en México (1934-1982)*, Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, México (1986).
95. Sotelo Inclán, Jesús, "La educación socialista", en Solana, Fernando, Cardiel Reyes, Raúl y Bolaños, Raúl (coordinadores), *Historia de la educación Pública en México*, SEP-FCE, México, 1981.
96. Taber, KS, "Alternative Frameworks in Chemistry", *Education in Chemistry*, 36[5] 135-137 (1999).
97. Tamariz Mascarúa, Joaquín, "La química orgánica en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas", *Rev. Soc. Quím. Mex.* 45[3], pp. 128-130, 2001.
98. Topete, Carlos, "Currícula y matrícula en las carreras de química", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 487-506.
99. Trabulse, Elias, *Historia de la Ciencia en México*, tomo I, México, CONACYT / Fondo de Cultura Económica, 1983. Páginas 50-53 y 101-127.
100. Urbina del Raso, Alberto, "La ingeniería química y su enseñanza en la UNAM", en Garritz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ª Ed., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 209-217.
101. Urquidi L., Víctor y Gil Valdivia Gerardo, "La política tecnológica y el proceso de desarrollo de en México", *Ciencia, Revista Mexicana de la Academia de Ciencias*, 51[2], pp. 32-38, 2000.
102. Valadés, Diego, "La educación universitaria", en Solana, Fernando, Cardiel Reyes, Raúl y Bolaños, Raúl (coordinadores), *Historia de la educación Pública en México*, SEP-FCE, México, 1981.
103. Valiente-Barderas, Antonio, "La demanda de la educación superior en México en el área de la química", *Rev. Soc. Quím. Mex.* 24[2], pp. 73-81, 1980.
104. Valiente-Barderas, Antonio, La enseñanza de la Ingeniería Química en México, *Educación Química* 7[1], páginas 16-24, 1996.
105. Villa Lever, Lorenza y Flores-Crespo, Pedro, "Las universidades tecnológicas mexicanas en el espejo de los institutos universitarios de tecnología franceses", *Revista de la Educación Superior* 7[14], pp. 17-49, 2002.

106. Villagómez, Rafael y Ríos, Herculano, "Formación de recursos humanos para la industria siderúrgica", *Revista de la Educación Superior* 18, abril-junio de 1976.
107. Villareal, Fidel, "Algunos aspectos de la enseñanza superior de la tecnología de alimentos en México", *Revista de la Educación Superior* 13[1], enero-marzo de 1975.
108. Walls, Fernando, "El Instituto de Química: Inicio de la investigación", en Garriz Ruiz, Andoni (compilador), *Química en México. Ayer, hoy y mañana.*, 1ªEd., México, UNAM, Facultad de Química (1991). pp. 109-121.

Referencias Electrónicas.

1. Aceves Pastrana, Patricia y Ortiz Reynoso, Mariana, "La farmacia mexicana del último tercio del siglo XIX desde una perspectiva académica":
<http://www.ucm.es/info/folchia/MEXICO.htm>
2. Antecedentes de la FES-Zaragoza: <http://www.zaragoza.unam.mx/>
3. ANUIES: Ver Documentos Estratégicos de la Educación Superior: licenciatura2000.pdf
<http://www.anuies.mx/>
4. Boletín del Instituto Tecnológico de la Paz:
<http://www.itlp.edu.mx/publica/boletines/anteriores/b230/ptres.html>
5. Capella Vizcaino, Santiago, *Segundo informe de actividades (2002)*:
<http://www.fquim.unam.mx/sitio/informe/index.htm>
6. Carreras de la Facultad de Química: <http://fquim.unam.mx/sitio/carreras.asp>
7. Carreras de la UNAM: <http://serpiente.dgsca.unam.mx/rectoria/htm/carrera.html> Centro de Investigación en Química Aplicada: <http://www.ciqua.mx/>
8. Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, A. C. (COPAES):
<http://www.copaes.org.mx/>
9. Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C. (CACEI):
<http://www.cacei.org/>
10. Consejo Nacional de Enseñanza y del Ejercicio Profesional de las Ciencias Químicas, A. C. (CONAECQ): <http://www.conaecq.org/>
11. Crecimiento del IMP: <http://www.imp.mx/imp/historia/crecimiento.htm>
12. Cronología de la UNAM: <http://serpiente.dgsca.unam.mx/rectoria/htm/cronos.html>
13. Cronología del IPN: http://www.ipn.mx/historia_identidad/cronologia.html
14. Cronología del IPN: http://www.ipn.mx/historia_identidad/cronologia1.htm
15. Desarrollo de la química en el país:
<http://www.fc.uaem.mx/DOCTORADO/docqui/quimica/41docq.html>
16. Dirección General de Institutos Tecnológicos:
<http://www.dgit.gob.mx/paginasegunda.htm>
17. División de Estudio de Posgrado: <http://cienciasquimicas.posgrado.unam.mx/>
18. Egreso y titulación:
<http://www.fquim.unam.mx/sitio/informe/licenciatura/egresotitulacion.htm>
19. La investigación en el IMP, <http://www.imp.mx/publicaciones/libro/index.html> en el documento (pdf): El IMP hoy.
20. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza: <http://www.zaragoza.unam.mx/>
21. Facultad de Química: <http://www.fquim.unam.mx/>
22. FES-Cuautitlán, Química en alimentos: <http://www.cuautitlan2.unam.mx/ingali.htm>
23. FES-Cuautitlán, Ingeniería química: <http://www.cuautitlan2.unam.mx/ingqui.htm>

24. FES–Cuautitlán, QFB: <http://www.cuautitlan2.unam.mx/qfb.htm>
25. FES–Cuautitlán, Química industrial: <http://www.cuautitlan2.unam.mx/quiind.htm>
26. FES–Cuautitlán, Química: <http://www.cuautitlan2.unam.mx/quimica.htm>
27. FES–Zaragoza, Ingeniería química: http://www.zaragoza.unam.mx/ingquim_mod.htm
28. FES–Zaragoza, QFB: http://www.zaragoza.unam.mx/qfb_mod.htm
29. Galván V., Juan José, *Ricardo Elizondo Revisa los anales del Tecnológico*,
<http://www.ccm.itesm.mx/noticias/jaque/historia.html>
30. Historia de la ENCB: <http://www.cenac.ipn.mx/planes/encb/encb.html>
31. Historia de la ENCB: <http://www.ipn.mx/ecus/encb.htm>
32. Historia de la ENCB: <http://www.encb.ipn.mx/inicio/antecedentes/index1.html>
33. Historia de la ESQIE: <http://www.ipn.mx/ecus/esiqie.htm>
34. Historia de la ESQIE: <http://edist.esiqie.ipn.mx/historia.htm>
35. Historia de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León: <http://www.uanl.mx/facs/fcq/direccion/historia.html>
36. Historia de la Farmacia en Yucatán: <http://www.uady.mx/sitios/quimica/historia.html>
37. Historia de la UAM: <http://www.uam.mx/sah/pre-pa/indice.html>
38. Historia de la UIA en “Archivos históricos”:
<http://www.uia.mx/ibero/biblioteca/default.html>
39. Historia de laUPIBI: <http://www.ipn.mx/ecus/upibi.htm>
40. Historia de laUPIBI: <http://www.upibi.ipn.mx/>
41. Historia del IMP: <http://www.imp.mx/imp/historia/>
42. Historia del ITESM:
http://www.itesm.mx/sistema/somos/f_conoce.htm
43. Ingeniería química metalúrgica, propuesta:
<http://depa.pquim.unam.mx/Planes/metalurgia.htm>
44. Instituciones y Empresas Químicas en México:
<http://www.relaq.mx/RLQ/mexico/mexico.html>
45. Instituto Mexicano del Petróleo: <http://www.imp.mx/>
46. Instituto Tecnológico de Chihuahua: <http://www.itch.edu.mx/>
47. Instituto Tecnológico de Durango:
http://www.itdurango.edu.mx/n_instituto/snitdgit.htm
48. Instituto Tecnológico de Mérida: http://www.itmerida.mx/index_1.php
49. Instituto Tecnológico de Morelia: <http://www.tecmor.mx/>
50. Instituto Tecnológico de Nuevo León: <http://www.itnl.edu.mx/>
51. Instituto Tecnológico de Oaxaca: <http://www.itox.mx/Instituto/historia.html>
52. Instituto Tecnológico de Orizaba: <http://www.itorizaba.edu.mx/>
53. Instituto Tecnológico de Sonora:
<http://www.itson.mx/itson2000/nuestrauniversidad/historia/index.html>
54. Instituto Tecnológico de Villahermosa: <http://www.itvillahermosa.edu.mx/historia/>
55. Instituto Tecnológico la Laguna: <http://www.itlalaguna.edu.mx/>
56. Metalurgia en la UAM: <http://www.uam.mx/difusion/otras/metalurgia/metalurgia.html>
57. Licenciaturas en la FES Cuautitlán: <http://www.cuautitlan2.unam.mx/licen.htm>
58. Licenciaturas y posgrados en la UAM–Azcapozalco:
<http://www.azc.uam.mx/html/licypos.html>
59. Modificaciones a los Planes de Estudio de la UNAM:
<http://www.fquim.unam.mx/sitio/informe/licenciatura/modificacion.htm>
60. Planes de estudio de la ENCB: <http://www.cenac.ipn.mx/planes/encb/encb.html>

61. Planes de estudio de la ESIQIE: <http://edist.esiqie.ipn.mx/>
62. Planes de estudio de UIA–Puebla: http://www.iberopuebla.net/3iacademica/c_030105_nutricion.htm
63. Planes de estudio UIA, Ciencias de los Alimentos: <http://www.uia.mx/ibero/oacademica/licencia/ingenier/tecalime/plan.html>
64. Planes de estudio UIA, Ingeniería química: <http://www.uia.mx/ibero/oacademica/licencia/ingenier/ingquimi/plan.html>
65. Planes de la UPIBI: <http://www.upibi.ipn.mx/page6.html>
66. Planes del ITESM: <http://www.sistema.itesm.mx/va/profesional.htm>
67. Planes modificados: <http://depa.pquim.unam.mx/Planes>
68. UAM–Iztapalapa, Ingeniería química: http://cbi.izt.uam.mx/transform.php?xml=licenciaturas_interior&licenciatura_id=7
69. UAM–Iztapalapa, Química: http://cbi.izt.uam.mx/transform.php?xml=licenciaturas_interior&licenciatura_id=9
70. UAM–Iztapalapa, Ingeniería Bioquímica Industrial: <http://www.iztapalapa.uam.mx/iztapala.www/division.cbs/biotecnolo/licen/ingbqi.htm>
71. UAM–Iztapalapa, Ingeniería en alimentos.: <http://www.iztapalapa.uam.mx/iztapala.www/division.cbs/biotecnolo/licen/ingalim.htm>
72. UAM–Xochimilco, QFB: <http://cuevatl.uam.mx/~liccbs/qfb/qfb.htm> ULSA carreras: http://www.ulsa.edu.mx/public_html/academica/quimica/quimica.shtml
73. UNITEC: http://www.unitec.mx/Oferta_Educativa/Carreras_Profesionales/Ingenieria/Quimica/planes.html

Anexo.

Breve Análisis de los Programas de estudio de las Carreras Químicas Impartidas por Diferentes Instituciones de la República Mexicana.

ESIQIE.

Ingeniería química industrial: se destaca por tener un plan de estudios que cuenta con un gran número de horas dedicadas a las prácticas y visitas industriales, consecuentemente, es el plan de estudios con mayor número de horas totales (358 horas), 100 horas más que el promedio nacional. Específicamente, los egresados del IPN obtienen una sólida preparación para operar plantas de la industria química y de proceso. Sin embargo, este gran número de horas que se imparten, limitan al estudiante a dedicar tiempo al estudio independiente, lo cual no es favorable para ampliar el criterio individual del estudiante en aquellas materias que le interesan en mayor medida. Debido al gran número de materias dedicadas al laboratorio y a la industria, la carrera tiene un claro enfoque hacia las materias de ingeniería química.²³¹

Ingeniería química petrolera: esta carrera es la más importante del área petrolera, especialmente porque tiene un gran número de egresados, se logró consolidar gracias a la expropiación petrolera y así alcanzó aceptación entre la juventud. Al igual que la carrera de Ingeniería química industrial cuenta con un gran número de horas dedicadas a prácticas y visitas industriales, además de un fuerte enfoque hacia la ingeniería. Cuenta con un número significativo de cursos de matemáticas, cinco en total; en lo que se refiere a la química, se imparten únicamente cinco cursos que abordan los diferentes tópicos del área. Adicionalmente, al igual que la carrera de IQI, cuenta con dos cursos de análisis industrial y se caracteriza por asignaturas como las de Análisis del petróleo, Procesos de refinación, Procesos petroquímicos y Transporte y almacenamiento.

Ingeniería en metalurgia y materiales: a lo largo del tiempo la carrera de Ingeniero metalúrgico se había caracterizado por ofrecer tres modalidades, es decir Ingeniero metalúrgico en Metalurgia física, en Metalurgia no ferrosa y en Siderurgia y fundición; sin embargo, ante las necesidades de la nación y el repunte de los plásticos, la carrera se transformó en Ingeniería en metalurgia y materiales ofreciendo las opciones de Ingeniería de materiales y la Procesamiento de materiales, que tienen un tronco común de cinco semestres y comparten asignaturas a lo largo de los ocho semestres –incluso optativas. Durante estos semestres se cursan las materias de ciencia básica, las primeras de ingeniería y las de ciencia y caracterización de materiales; así como las del área metalúrgica (mineralogía, extracción, fundición y solidificación y procesos de conformado, manufacturado y acabado). A diferencia de las otras dos carreras impartidas en la ESQIE esta carrera tiene un modo particular de abordar el área de ciencias y humanidades al ofrecer materias como la de Historia de la filosofía y la de Apreciación del arte y la cultura; además, no contempla prácticas ni visitas industriales. La opción de Procesamiento de materiales, que es la más completa de las dos, contempla materias optativas como

²³¹ Lombardo Martínez, Juan Carlos, "Análisis de los planes de estudio de la carrera de ingeniería química", Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM, 2002. p. 40.

Procesamiento de polímeros, Procesamiento de Partículas, Preparación de minerales y Concentración de minerales, entre otras.

ENCB.

Químico bacteriólogo parasitólogo: esta carrera se cursa en diez semestres, y tiene una tendencia, como es de esperarse, notoriamente biológica. A penas cuenta con un curso de química general, con uno de fisicoquímica, con dos de analítica y dos de orgánica. En lo que se refiere a la materias de ciencia básica, contempla un curso de física y uno de matemáticas. El resto de las asignaturas pertenecen al área biológica, y consideran una importante carga de trabajo; ya que la mayoría cuenta con más de diez créditos –teniendo un promedio de 50 créditos por semestre. Lo que la convierte en una carrera con una importante carga de trabajo. El QBP obtiene la preparación necesaria para trabajar en organización y operación de laboratorios de diagnóstico y de control, en la producción y control integral de productos biológicos, vigilancia y control epidemiológico y sanitario y en la conservación, restauración o mejoramiento de la producción y de los ecosistemas por vía microbiana, todo esto utilizando a los microorganismos como recurso.

Químico farmacéutico industrial: el plan de estudios de QFI esta estructurado en nueve semestres y al igual que la carrera anterior cuenta con un número reducido de materias químicas, sin embargo éstas comprenden un número significativo de créditos (alrededor de 16). Teniendo un curso de esa magnitud para Química orgánica, uno para Fisicoquímica y el de Química general; además de un curso de Química analítica de catorce créditos, seguido por uno de Instrumentación analítica que comprende 20. Ampliando el estudio del área con materias más específicas como la de Fisicoquímica farmacéutica. Ante el nivel de competencia profesional que se presenta actualmente, el egresado de la licenciatura de químico farmacéutico industrial debe jugar un papel más creativo y crítico dentro del proceso productivo del país para la resolución de los problemas de salud, y como es sabido, para resolver cualquier problema es necesario, en principio, conocerlo; por esto es importante que el estudiante analice, la situación contextual actual de la industria farmacéutica y químico farmacéutica y químico farmacéutica en México, cuáles son los rasgos principales de esta industria, cómo se encuentra constituida, como se desenvuelve, y que función juega el QFI dentro de esa maquinaria²³², con esta finalidad el plan de estudios comprende una materia llamada Problemas y perspectivas de la industria farmacéutica en México. Adicionalmente comprende varias materias de ingeniería, unas cuantas biológicas y un número considerable de farmacéuticas, como Biofarmacia, Control biológico de medicamentos, Tecnología farmacéutica, Farmacología y Legislación farmacéutica, entre otras.

Ingeniero Bioquímico: esta carrera tiene como objetivo coadyuvar a la solución de problemas tecnológicos nacionales dentro del campo de alimentos, fermentaciones y productos biológicos, a través de la investigación básica y aplicada, el desarrollo tecnológico y la formación de los recursos humanos altamente capacitados. La carrera de ingeniero bioquímico se imparte en 9 semestres y está distribuida principalmente en siete áreas: ingeniería, bioingeniería, ingeniería básica, administración y economía, ciencias

²³² Planes de estudio de la ENCB: <http://www.cenac.ipn.mx/planes/encb/encb.html>

sociales y humanidades, ciencias básicas y otras asignaturas. Lo primero que salta a la vista al analizar el plan de estudios es que considera un número mayor de asignaturas químicas y bioquímicas, y desde luego un considerable número de ingenierías. Destacando materias como la de Ingeniería de alimentos, Ingeniería de fermentaciones, Bioquímica de alimentos de origen vegetal, Bioquímica de alimentos de origen animal y, sobretodo, la de Evaluación ambiental y desarrollo sustentable que sin duda es una materia que ayuda a conocer los recursos de las diferentes regiones del país, para así poder aprovecharlos, sentando las bases para tener una explotación racional de la naturaleza.

Ingeniería en sistemas ambientales: el plan de estudios de la carrera está estructurado en nueve semestres y está diseñado en cinco áreas de conocimiento de matemáticas y ciencias básicas, ciencias de la ingeniería, ingeniería aplicada, ciencias sociales y otro tipo de asignaturas. Cuenta con materias como Recursos naturales, ambiente y desarrollo sustentable, Proyectos de desarrollo ambiental, Toxicología general, y con varias materias de química aplicada al ambiente y a los materiales peligrosos; además de una materias como Derecho ambiental, y de una llamada Problemas y perspectivas socioeconómicas de México –brindándole una vez más su finalidad social a la carrera, cultivando valores dentro de la misma.

UPIBI.

Ingeniería farmacéutica: esta carrera a diferencia de las ofrecidas por la ENCB, no tiene objetivos biológicos tan marcados, sino mas bien enfocados hacia la biotecnología farmacéutica. Para ello cuenta con una gran cantidad de materias que pueden catalogarse dentro de la bioingeniería y, desde luego, una prioridad por la materias del área farmacéutica, que abarca desde la fisiofarmacología y el diseño de fármacos, hasta el diseño de plantas farmacéuticas; dotando de gran importancia a los procesos de bioseparación, a los elementos para el diseño y a todo lo relacionado con la tecnología farmacéutica. En lo que se refiere a la química, cuenta con un número reducido de asignaturas, química general, química orgánica, fisicoquímica, bioquímica y química heterocíclica –que es impartida en tercer semestre. Dentro del área de humanidades, al igual que las otras dos ingenierías, contempla la materia de Desarrollo económico de México.

Ingeniería en alimentos: está dividida en las áreas de ciencia básica, de ingeniería y de alimentos. Comienza desde el primer semestre con las materias indispensables para la ingeniería, como son los métodos numéricos y la termodinámica; para iniciar, el segundo semestre, con el estudio de la Bioingeniería, además de con las primeras materias del área de alimentos, como son la Fisicoquímica de los alimentos y la Fisiología de la nutrición. Durante el resto de la carrera se siguen abordando cursos sobre la tecnología de alimentos; además de tres cursos sobre Procesos de bioseparación. Culminando con un curso sobre Diseño de plantas alimentarias y con otro de Desarrollo de productos –sustentando sobre la ciencia y la tecnología de los alimentos. Todas las materias químicas son aplicadas a los alimentos, es decir, que parte desde la Química y funcionalidad de los alimentos, y no de la Química general.

Ingeniería ambiental: esta es la carrera que presenta la mayor cantidad de cursos de ciencia básica y de ingeniería. Al igual que las dos anteriores, le da gran importancia a la

bioingeniería y a los procesos de bioseparación; así como a los elementos para el diseño, que culmina con una asignatura de Diseño de plantas de tratamiento. En lo que se refiere al área ambiental, comprende varios cursos, como son: Biología ambiental, Prevención y control de contaminación atmosférica, Tecnología de agua, Manejo y disposición de desechos sólidos y Manejo y disposición de residuos peligrosos. Con esto busca abarcar la importancia de la ingeniería ambiental desde todas las perspectivas, pero más que nada busca llevar a la creación de una industria no contaminante y apoyar a la existente, generando nuevos procesos no contaminantes.

ITESM.

Ingeniería química: el ITESM es la institución en México que tiene menor carga de materias en el plan de estudios, porque solamente dedica 194 horas totales para su plan de estudios, tanto en la carrera de Ingeniero químico administrador, como en la carrera de Ingeniero químico y de sistemas. El sistema educativo del instituto pone especial énfasis en las materias económico administrativas y de carácter formativo. La filosofía obtenida por los alumnos los enfoca hacia el ámbito empresarial y emprendedor por los que su experiencia en manejo de equipo y plantas químicas se ve limitado. Asimismo, el ITESM fomenta el estudio independiente por lo que procura que el alumno pase el mínimo de número de horas indispensables en el salón de clases.²³³

Licenciado en ciencias químicas: desde el primer semestre la carrera se distingue por identificarse con la ingeniería al iniciar con el estudio de matemáticas para la ingeniería, así como materias humanas, Introducción a la ciencia y a la tecnología. A lo largo de la carrera continua con el estudio de matemáticas y de computación para ingeniería, y con materias sociales como Economía y Sociedad y desarrollo de México. El área de ingeniería se ve acentuada con materias como Balance de materia y Procesos químicos industriales. Las asignaturas de química son muy pocas, y no todas llevan laboratorio. Destacan materias como la de Química de polímeros, Análisis espectrocópicos, Biotecnología y la de Investigación química (22 horas semanales) que es respaldada por la de Introducción a la investigación (asignatura teórica).

Ingeniero en industrias alimentarias: desde los primeros semestres la carrera inicia con el estudio de la química en alimentos, y de la ingeniería. A lo largo de la carrera se ofrecen materias como Desarrollo de productos, Contabilidad y costos; es decir, al igual que las otras carreras impartidas por el instituto, presenta una fuerte preparación en las áreas económico-administrativa y socio-humanísticas, presenta un considerable número de asignaturas de química alimentaria, respaldadas por las materias de ingeniería, además aborda varias áreas como la de lácteos, la de frutas y hortalizas, la de cereales, etc.

UIA.

Ingeniería química: en esta universidad la carrera se caracteriza por tener uno de los planes de estudio con mayor carga académica hacia el área de ingeniería química, ya que dedica el 39% de su tiempo a materias de esta área, siendo que el resto de las universidades

²³³ Lombardo Martínez (2002) p. 41.

dedican en promedio 31% de horas totales. Asimismo, la UIA presenta un fuerte apoyo académico por parte de materias relacionadas con otras ingenierías, dedicando 16 horas a la semana para este tipo de materias, mientras que el promedio nacional se encuentra en 7.7 horas por semana. Como consecuencia del énfasis que esta universidad dedica a las materias de ingeniería química, el plan de estudios de la UIA, presenta una menor dedicación en las materias correspondientes al departamento de física y fisicoquímica.²³⁴

Licenciatura en tecnología de alimentos: el programa de estudios se divide en dos grandes núcleos, el área básica y el área mayor. El primero comprende todas las materias de ciencia básica como matemáticas, física, biología, las de química, orgánica y de alimentos, además de algunas económicas administrativas. De este bloque destacan materias como Taller de Introducción a la tecnología de alimentos. El bloque mayor contempla el estudio de la química aplicada a los alimentos, del área biológica, con materias como bioquímica y biotecnología, algunas materias de ingeniería y las de alimentos, como Cultura alimentaria nacional, pescados y mariscos, cereales, etc. La UIA además imparte, en Puebla, la Licenciatura en nutrición y ciencias de los alimentos, que presenta una estructura muy parecida, aunque posee algunas materias muy específicas como Producción, distribución y consumo de alimentos, Políticas de alimentación y nutrición, Taller de educación en nutrición, Bioquímica de la nutrición, pero lo importante es ver la evidente función social que posee esta última carrera.

ULSA.

Químico farmacéutico biólogo: en esta carrera se observa una notable influencia de los planes de estudio generados por la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. Durante los primeros semestres cubre las ciencias básicas (matemáticas, física y química). Dentro de la química ofrece dos materias de química inorgánica, además de un considerable número de fisicoquímicas, de tres orgánicas y de tres analíticas. Contempla un reducido número de asignaturas de ingeniería. Desde el primer semestre imparte una materia de Introducción a la farmacia, y a lo largo de la carrera presenta una fuerte tendencia hacia cubrir ambas áreas (la biológica y la farmacéutica). Además ofrece asignaturas como Tecnología de cosméticos y Química criminalística. Los planes de estudio de las otras escuelas particulares son muy parecidos.

Química en alimentos: del mismo modo que la carrera anterior, presenta una fuerte influencia de los planes de estudio generados por la Universidad. Durante los primeros semestres se cubren las materias de ciencia básica, y a lo largo de la carrera guarda una estrecha relación con la de Químico farmacéutico biólogo. Cubriendo a penas unas cuantas materias del área de alimentos, como Microbiología de alimentos, Biotecnología alimentaria, Procesos de Alimentos, Ezimología aplicada a los alimentos; además de algunas tecnologías de alimentos, como la de cárnicos, lácteos, cereales y la de productos marinos.

Ingeniería química: la Universidad La Salle cuenta con una pequeña matrícula de alumnos de la carrera de ingeniería química, lo que le permite formar clases con un

²³⁴ Lombardo Martínez (2002) p. 40.

reducido número de estudiantes que fomentan la concentración y el interés por parte del alumno. En cuando al enfoque académico, tiene un particular énfasis en las materias relacionadas con otras ingenierías, independientemente de contar con los requisitos de ingeniería química. El plan de estudios cuenta con un sólido respaldo en el área de Ingeniería mecánica y eléctrica dándole al egresado un perfil más completo en el área de ingeniería. Asimismo, dedica un alto porcentaje de su tiempo al área de Química y Fisicoquímica por lo que cuenta con uno de los programas más completos de la carrera de Ingeniería química en México.²³⁵

UNITEC.

Ingeniería química: el plan de estudios de esta ingeniería comprende un grupo de asignaturas básicas que brindan los conocimientos fundamentales sobre las ciencias exactas y las distintas áreas de la industria. Asimismo, incorpora las materias propias de la Ingeniería Química como son: Química orgánica, Propiedades Termodinámicas, Transferencia de Calor, Bioingeniería, Cinética, Química, Catálisis, Ingeniería de Reactores, entre otras. Cuenta con laboratorios de Procesos Químicos, Operaciones Unitarias, Química y Química Analítica, Química Orgánica, Fisicoquímica y Diseño de Catalizadores donde aplicas tus conocimientos y apoyan tu proceso de formación como Ingeniero Químico.²³⁶

Institutos Tecnológicos.

Ingeniería química: dado que existen un gran número de institutos repartidos a lo largo y ancho de la República Mexicana, existen ligeras diferencias en los planes de estudio, sin embargo, todos siguen una misma estructura la cual es apoyada fuertemente en el área de matemáticas y de ciencias sociales. Los alumnos de estas instituciones tienen una sólida preparación de ética profesional lo cual les permite formar equipos de trabajo muy productivos. Por otro lado, su preparación en el área de matemáticas les permite desarrollar eficientes métodos técnicos de cálculo de equipos. Cabe destacar que el plan de estudios cuenta con poco énfasis en el área de Física y de Química.²³⁷

Ingeniería bioquímica: al igual que la carrera de Ingeniería química, ésta dedica gran parte de su tiempo al estudio de las matemáticas y ciencias sociales; del mismo modo ofrece una fuerte preparación en el área de ingeniería y de fisicoquímica. Mientras que comprende pocos cursos de química (3) y aborda débilmente al área biológica, apenas ofrece un curso de Biología, dos de Bioquímica, uno de Microbiología y uno de Cinética química y bioquímica. Con todo esto se puede concluir que la carrera esta totalmente enfocada hacia la ingeniería y que ofrece una escasa preparación en el área bioquímica.

Ingeniería en materiales: el plan de estudios está dividido en cuatro núcleos, Matemáticas y ciencias básicas, Ciencias sociales, Ciencias de la ingeniería y Diseño de ingeniería. Dentro del primer núcleo se ofrecen los cursos de química, de matemáticas y de

²³⁵ Lombardo Martínez (2002) p. 41.

²³⁶ UNITEC: http://www.unitec.mx/Oferta_Educativa/Carreras_Profesionales/Ingenieria/Quimica/planes.html

²³⁷ Lombardo Martínez (2002) p. 41.

física. Esta carrera, al igual que las anteriores, ofrece una sólida preparación en las áreas de matemáticas y de Ciencias sociales, para esta última ofrece materias como Historia de la ciencia y la tecnología, Metodología de la investigación y las asignaturas que preparan al alumno para trabajar en el campo profesional, formando equipos muy productivos. El núcleo de Ciencias de la Ingeniería, comprende asignaturas de control de calidad, de ingeniería y de fisicoquímica; además de las asignaturas de metalurgia, como Mineralogía y cristalografía, Física del estado sólido y Solidificación. Por último, el núcleo de Diseño de ingeniería complementa el estudio de los materiales con asignaturas sobre materiales cerámicos y poliméricos, y las necesarias para su obtención, preparación y protección.

UAM-Azcapozalco.

Ingeniería ambiental: el plan de estudios tiene una duración de 12 trimestres académicos, con dos áreas de concentración: agua y aire. Los núcleos de conocimiento son: Ciencias básicas (física, matemáticas y química), Termodinámica y fenómenos de transporte, Sistemas, Ciencias ambientales, Ciencias sociales e Ingeniería aplicada a procesos de prevención, minimización y tratamiento de residuos industriales y municipales. El programa académico se encuentra dividido en tres grandes bloques: Tronco General, Tronco Básico Profesional y Áreas de Concentración. El Tronco general proporciona la formación científica necesaria para todo ingeniero en las áreas de física, química y matemáticas; el Tronco básico profesional proporciona los conocimientos propios de la Ingeniería ambiental, además de sus aspectos técnicos, sociales y económicos; esto, por medio de los núcleos de química, de termodinámica y de fenómenos de transporte, sistemas, ciencias ambientales y sociales. Las áreas de concentración tienen como objetivo proporcionar al alumno los conocimientos específicos en un área de trabajo de la Ingeniería Ambiental, agua o aire.

Ingeniería química: esta carrera también está dividida en tres grandes bloques académicos, el Tronco general, el Tronco básico profesional y el Área de concentración. El Tronco general proporciona la formación científica básica necesaria en las áreas de Física, Matemáticas y Química, sustentando el resto de la carrera, principalmente, sobre las dos primeras. En este bloque se presentan las primeras particularidades de la carrera, ya que contempla un curso teórico-práctico sobre la Estructura de los materiales. El Tronco básico profesional da al alumno los conocimientos fundamentales para comprender los procesos de la ingeniería química por medio del estudio de la fisicoquímica y de las ciencias de la ingeniería, así como de la química orgánica e inorgánica. El Área de concentración proporciona los elementos necesarios para el análisis y diseño de reactores y procesos químicos, ya que da las bases necesarias para el análisis completo y detallado de los procedimientos industriales, así como para el desarrollo de proyectos de ingeniería. Otra de las particularidades de este plan de estudios es que algunas materias del tronco básico profesional pueden cursarse de una manera semipresencial, por que se integran alrededor de un Sistema de Aprendizaje Individualizado que permite y fortalece el trabajo autodidacto del estudiante.

Ingeniería metalúrgica: el programa se divide en dos partes, la primera corresponde al tronco general, que se imparte para todas las licenciaturas en ingeniería, este nivel proporciona la formación científica básica relativa a las áreas de la física, química y

matemáticas. La segunda parte es el tronco básico profesional, que tiene como principal objetivo lograr que el alumno adquiera los conocimientos disciplinarios que forman el núcleo básico de la licenciatura, estableciendo el vínculo entre la teoría y la práctica. Los núcleos de conceptos fundamentales para el ingeniero en metalurgia son: Metalurgia mecánica, Metalurgia física, Procesos siderúrgicos, Procesos mecánicos y Control de calidad. La carrera comprende las áreas de conocimiento de metalurgia extractiva, metalurgia química, metalurgia física, los procesos de refinación por electrolisis, la fundición, la soldadura y la metalurgia de polvos; el establecimiento y operación de métodos de control de calidad de materia prima, procesos y productos terminados; la protección de estructuras y partes contra la oxidación y corrosión, la selección de materiales y el análisis de fallas.

UAM-Iztapalapa.

Ingeniería química: esta licenciatura está orientada hacia el desarrollo y diseño de procesos químicos, es decir, hacia la transformación de la materia prima en productos terminados²³⁸; el plan de estudios se distingue por tener un enfoque hacia el área física, además de un considerable número de horas para las materias de ingeniería química, sin embargo no posee un programa muy completo para las materias económico-administrativas²³⁹.

Química: dado que en México existe una gran cantidad de recursos naturales (orgánicos e inorgánicos) es necesario aprender a caracterizarlos, transformarlos y aprovecharlos para el beneficio de nuestra sociedad, para ello la UAM ofrece esta licenciatura que está enfocada hacia el estudio de la fisicoquímica de los sistemas químicos, por medio de la aplicación de técnicas modernas teóricas, experimentales y computacionales²⁴⁰. El plan de estudios tiene una estrecha relación, durante los primeros trimestres, con el de la carrera de Ingeniería química, especialmente para el área de matemáticas y de fisicoquímica, aunque el estudio de la química durante los siguientes trimestres es mucho más profundo. El plan contempla dos cursos de Química cuántica, uno de Química computacional, además de los cursos de química orgánica, inorgánica, analítica y de fisicoquímica; adicionalmente el programa es complementado por dos Proyectos –de investigación– de veinte horas semanales.

Ingeniería en alimentos: el objetivo principal de esta licenciatura es la formación de profesionales con habilidad para diseñar, adaptar, transformar y evaluar tecnología adecuada y promover el desarrollo científico, tecnológico y social en el área de alimentos. Durante los doce trimestres la carrera abarca las diferentes áreas de los alimentos (cereales, lácteos, frutas, carnes, etc.), con un fuerte respaldo de ingeniería, ciencias básicas y bioquímica.

Ingeniería bioquímica industrial: el objetivo principal de esta licenciatura es la formación de profesionales con habilidad para diseñar, adaptar, transformar y evaluar

²³⁸ Ingeniería química: http://cbi.izt.uam.mx/transform.php?xml=licenciaturas_interior&licenciatura_id=7

²³⁹ Lombardo Martínez (2002). p. 41.

²⁴⁰ Química: http://cbi.izt.uam.mx/transform.php?xml=licenciaturas_interior&licenciatura_id=9

tecnología adecuada y promover el desarrollo científico, tecnológico y social en las áreas de salud, farmacéutica, agroindustrial, alimentaria, bioquímica, conservación del medio ambiente y fabricación de algunos insumos industriales. La carrera está estructurada alrededor de la ingeniería con una fuerte tendencia hacia el área farmacéutica y hacia la bioquímica industrial.

FES–Cuautitlán.

Ingeniería en alimentos: la carrera está enfocada hacia el ejercicio de las funciones de ingeniería para la aplicación de metodologías dirigidas al desarrollo científico y tecnológico de los procesos y sistemas de conservación, transformación y comercialización de alimentos. El plan de estudios cuenta con un laboratorio único por semestre, para dar una formación experimental que permita la integración del trabajo teórico y práctico. Consta de dos etapas, en la primera se cursa el laboratorio de ciencia básica, que introduce al estudiante en el trabajo experimental y la metodología científica; y la segunda, el Laboratorio Experimental Multidisciplinario en 5 semestres, cuya finalidad es la preparación para el trabajo profesional, mediante el desarrollo de proyectos orientados a procesos de conservación y/o transformación de alimentos, aplicándose el proceso de investigación. El soporte teórico se proporciona a través de las asignaturas correspondientes a las áreas de ingeniería, tecnología de alimentos, matemáticas y socioeconómicas.

Ingeniería química: los dos primeros semestres constituyen un tronco común con la carrera de Química, vínculo que permanece durante el resto de la carrera ya que presenta una mayor cantidad de asignaturas del área con respecto a la mayoría de las universidades. La carrera está fuertemente apoyada sobre la física y sobre la fisicoquímica. En lo que respecta a las materias optativas, todavía contempla asignaturas como Colorantes, Papel y celulosa, Plásticos y silicones y Azúcar; además de Físicas y de Fisicoquímicas adicionales, de Ingeniería ambiental y de algunas otras asignaturas que la vinculan con otras áreas de la química, como la de Química nuclear, la de Tecnología de alimentos, la de Tecnología de materiales, entre otras.

Química: el plan de estudios mantiene una relación muy estrecha con los antiguos planes de estudio ofrecidos por la Facultad de Química, de la UNAM, especialmente con el plan de Química de 1972. La carrera tiene una intensa preparación en física y matemáticas, así como en fisicoquímica. Contempla un número significativo de orgánicas y de analíticas, pero a penas dos inorgánicas; además posee un considerable número de materias optativas y de obligatorias de elección, similares a las del plan de 1972. Comparte las optativas con la carrera de Ingeniería química, y dentro de las optativas de elección permanecen materias como Espectroscopía aplicada, Unión química, Productos naturales, Química del petróleo, etc.

Química farmacéutica biológica: el plan de estudios se cursa en nueve semestres y se divide en tres niveles. El nivel básico contempla fundamentalmente materias de tipo formativo referentes a las ciencias básicas. El intermedio está conformado, primordialmente, por asignaturas básicas que involucran una parte importante de la enseñanza experimental. En el terminal se llevan asignaturas inherentes, según sea el caso, para cada una de las orientaciones de la carrera (Farmacia o Bioquímica Clínica), las cuales

enmarcan las dos grandes áreas del ejercicio profesional de la misma. No hay materias optativas; a cambio de éstas, el estudiante puede optar por diferentes paquetes terminales para cada una de las orientaciones de la carrera, conformados básicamente por tres asignaturas, de las cuales, una se toma en el octavo semestre y dos en el noveno.

Química industrial: la carrera está orientada hacia la preparación de profesionales con conocimientos científicos y técnicos del área, a fin de que puedan solucionar problemas propios del área industrial. El plan de estudios está conformado por las asignaturas obligatorias, que son las de ciencia básica y algunas de química aplicada, como la de materiales, la de química ambiental, la de bioquímica industrial, etc. Además cuenta con tres paquetes terminales, que son el área administrativa, el área ambiental y el área profesional específica, cerámica o macromoléculas; en esta área también se encuentran las obligatorias de elección, que son las mismas que para carrera de Química. Por último el plan de estudios se complementa con algunas asignaturas optativas enfocadas, principalmente, hacia las áreas sociales y económico-administrativas.

Fes-Zaragoza.

Ingeniería química: el plan de estudios está actualmente en proceso de revisión, se estudia por asignaturas, y está conformado por un Ciclo Básico y por un Ciclo Profesional. El primero consta de tres semestres donde no existe seriación entre las asignaturas, pero se recomienda respetar el orden establecido. Este ciclo cubre materias como Seminario de problemas socioeconómicos, las materias de ciencia básica y los laboratorios de ciencia básica. A partir del cuarto semestre, inicia el ciclo profesional con las materias propias del área de ingeniería y de fisicoquímica. El resto de la carrera se centra casi en su totalidad alrededor de la ingeniería, teniendo de respaldo, únicamente, los cursos de Química industrial y de Termodinámica química. La educación en el área económico-administrativa considera además un curso de Ingeniería económica y uno de Administración de proyectos, ligado al de Ingeniería de proyectos.

Química farmacéutica biológica: el plan se caracteriza por ser de tipo modular, interdisciplinario y multidisciplinario, especialmente porque comparte los tres primeros semestres, área básica, con las otras carreras del área de ciencias biológicas y de la salud. La mayoría de las materias son teórico-prácticas, con un elevado número de créditos. A partir de cuarto semestre la carrera se divide en farmacia y bioquímica clínica, pero es hasta octavo semestre cuando se divide formalmente en ambas orientaciones. Durante los semestres anteriores, las áreas se utilizan para cubrir los requerimientos de la ciencia básica y aplicada que abarcan una gran cantidad de horas.