

Reformas educativas que promovieron la química en ingeniería, medicina y agricultura en la ciudad de México (siglos XVIII-XIX)

Educational Reforms that Fostered Chemistry in Engineering, Medicine and Agriculture in Mexico City (18th-19th Centuries)

José Mariano CÁRDENAS-MÉNDEZ

<https://orcid.org/0000-0003-0725-3222>

Instituto Politécnico Nacional (México)

Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Unidad Culhuacán

jmcardenas@ipn.mx

María de la Paz RAMOS-LARA

<https://orcid.org/0000-0003-0041-4636>

Universidad Nacional Autónoma de México (México)

Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades

ramoslm@unam.mx

Resumen

Este artículo analiza las reformas educativas promulgadas durante el México independiente que favorecieron la enseñanza de la química en los niveles secundario y profesional en la ciudad de México. Abarca desde 1796 —con su institucionalización en el Colegio de Minería— hasta 1900, al establecerse su obligatoriedad en las siguientes escuelas: Medicina, Colegio Militar, Agricultura, Artes y Oficios, Comercio y Administración, Normal y educación básica, Escuela Nacional Preparatoria y en escuelas prácticas foráneas de minería. Concluimos que en este desarrollo intervinieron los grupos académicos de mayor influencia (ingenieros y médicos) participando en comisiones educativas gubernamentales y desde la docencia, en congruencia con los ideales de progreso y modernización de la nación.

Palabras clave: México independiente, enseñanza de la química, reformas educativas, escuelas nacionales, ingenieros, médicos, farmacéuticos.

Abstract

This article analyzes the educational reforms that fostered chemistry teaching in both secondary and professional levels in Mexico City in Independent Mexico. It encompasses the period from 1796 —when the subject matter was institutionalized in Colegio de Minería— to 1900, when it was established in the following schools: Medicine, Military College, Agriculture, Arts and Crafts, Commerce and Management, Teachers' Training Schools, Elementary Schools, National Preparatory School, and Practical Mining Schools outside the capital. It is concluded that the most

Recepción: 16 de diciembre de 2020 | Aceptación: 20 de mayo de 2021



© 2022 UNAM. Esta obra es de acceso abierto y se distribuye bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>

influential teachers (engineers and doctors) were involved in this development by acting as members of public educational commissions and as teachers as well, in accordance with the ideals of progress and modernization of the nation.

Keywords: *Independent Mexico, chemistry teaching, educational reforms, national schools, engineers, doctors, pharmaceuticals.*

Introducción

En el siglo XVIII varios acontecimientos en el ámbito mundial colocaron a la química en el plano de una ciencia experimental y moderna como la física, capaz de postular leyes demostrables mediante métodos cuantitativos. Las nuevas técnicas y herramientas teórico-prácticas permitieron a los químicos validar sus aportes en un contexto científico y no especulativo a diferencia de como se hacía en la antigua alquimia.¹ Esto contribuyó a una acelerada expansión del sector industrial, renovando, a su vez, los sectores educativo y académico. Las cátedras de química, los laboratorios y los libros de texto se popularizaron en las escuelas de minas, de medicina, de farmacia, en los jardines botánicos, entre otros.²

En España las reformas educativas borbónicas estimularon el desarrollo de la química con el establecimiento de nuevas escuelas, academias, instituciones científico-técnicas y programas de becarios fuera del país, además de la introducción de libros y profesores extranjeros.³ En Nueva España la enseñanza de la química se institucionalizó por primera vez en el Real Seminario de Minería (1792), gracias a las reformas económicas y educativas aplicadas para promover el sector económico más importante, la minería.⁴

¹ José Ramón Bertomeu Sánchez y Antonio García Belmar, *La revolución química. Entre la historia y la memoria* (Valencia: Universitat de València, 2006), 104-107.

² Bernadette Bensaude-Vincent e Isabelle Stengers, *Historia de la química* (Madrid: Addison Wesley Iberoamericana, 1997), 135-171.

³ Manuel Valera Candel, *Proyección internacional de la ciencia ilustrada española. Catálogo de la producción científica española publicada en el extranjero 1751-1830* (Murcia: Universidad de Murcia, 2006), 9.

⁴ En esta institución el catedrático Andrés Manuel del Río descubrió un elemento en 1801. Recientemente Uribe publicó un trabajo donde resume la polémica internacional en torno a la autenticidad de su descubrimiento. José Alfredo Uribe Salas, "Historia del vanadio, 1801-1831. Disputa por la autoría del descubrimiento", *Asclepio*, v. 72, n. 2 (julio-diciembre 2020): 322, <https://doi.org/10.3989/asclepio.2020.23>.

Aunque el Real Jardín Botánico se fundó en 1788,⁵ la práctica docente en farmacia, agricultura y otros campos comenzó en el siglo XIX.⁶

En el México independiente la educación recibió reconocimiento oficial como un instrumento capaz de impulsar el progreso del país a través de diversas reformas educativas.⁷ En la segunda mitad del siglo XIX se delineó el sistema educativo que perduraría hasta principios del siglo XX. La educación en la capital y en los territorios federales quedó a cargo del gobierno federal, y cada estado fue responsable de promoverla en sus territorios.⁸ Las escuelas nacionales capitalinas se constituyeron en los ejes directrices de los estudios profesionales del país y sus reformas educativas incidieron en otros estados.⁹

Aunque este hecho favoreció el desarrollo de la química en el ámbito nacional,¹⁰ la historiografía actual no lo ha explicado lo suficiente. Por ello, nos dimos a la tarea de analizar las reformas educativas promulgadas durante el siglo XIX en la ciudad de México, con los objetivos de identificar a sus promotores y determinar sus vínculos con el personal docente de las escuelas nacionales. Es relevante mencionar que la mayoría de estas

⁵ El Real Jardín Botánico fue creado como consecuencia de la Real Expedición Botánica que llegó a Nueva España en 1787. Patricia Aceves, “La renovación de la farmacia en la Nueva España a finales del periodo colonial”, *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, v. 70, n. 1 (2004): 130-137; Graciela Zamudio, “Las expediciones botánicas a América”, *Ciencias*, n. 29 (enero-marzo 1993): 47-51.

⁶ Patricia Aceves, “La difusión de la química en el Real Jardín Botánico de la ciudad de México” (tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, 1989), 160. Rodrigo Vega y Ortega, *El Jardín Botánico de la ciudad de México. En la primera mitad del siglo XIX* (Jalisco: Universidad de Guadalajara, 2018); Martha Rodríguez, “Legislación sanitaria y boticas novohispanas”, *Estudios de Historia Novohispana*, n. 17 (1997): 157, <https://dx.doi.org/10.22201/iih.24486922e.1997.017.3456>.

⁷ Patricia Ducoing, *La pedagogía en la Universidad de México 1881-1954*, tomo I (México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1990), 12.

⁸ Bonifacio Barba, “La construcción del derecho a la educación en México”, *Perfiles Educativos*, v. 41, n. 166 (2019), <https://doi.org/10.22201/iih.24486167e.2019.166.58948>.

⁹ Los procesos educativos y culturales del México decimonónico mantuvieron una estrecha relación con la inestabilidad política y económica en ese periodo. Lourdes Alvarado, “Las escuelas nacionales, origen de la Universidad Nacional de México”, en *Historia general de la Universidad Nacional siglo XX*, coord. de Raúl Domínguez (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, 2012), 19-85.

¹⁰ Los programas curriculares de estas escuelas, sus contenidos, prácticas y material didáctico influyeron en otras regiones del país.

instituciones, por su importancia y excelencia académica, fueron incorporadas a la Universidad Nacional de México (UNM) en 1910.¹¹

Las escuelas nacionales que estudiamos fueron las de Ingeniería, Medicina, Agricultura, Jurisprudencia, Bellas Artes, Preparatoria y Artes y Oficios, además de otras escuelas como la de Comercio y Administración, las normales, las primarias, la nocturna, las prácticas foráneas de minería y el Colegio Militar. Nuestras fuentes primarias se concentraron en el Archivo General de Indias y en el Archivo General de la Nación; también consultamos literatura fundamentada en materiales de archivo, especialmente la que reproduce las reformas educativas.

Este trabajo es pionero en el análisis transversal, desde la óptica de la química, de los cambios oficiales que sufrieron las instituciones educativas de mayor nivel del país en sus planes de estudios. El artículo se divide en tres partes. En la primera mostramos cómo el sector minero hizo posible la creación de la primera cátedra de química en el periodo novohispano. El segundo se centra en las reformas educativas del México independiente, mediante las cuales se fundaron nuevas escuelas donde la química se introdujo como materia oficial; encontramos una expansión notable de los cursos de esta ciencia en minería, medicina y agricultura.

En la tercera sección analizamos los personajes que contribuyeron a la elaboración de las reformas y mostramos —de manera simplificada— cómo los ingenieros y los médicos desempeñaron un papel fundamental. De estos dos grupos, a fines del siglo XIX fue notorio el ascenso de los farmacéuticos, de ahí su predominio en la formalización de los estudios profesionales de química en las primeras décadas del siglo siguiente.¹² Por último, conviene señalar que algunas de las escuelas capitalinas no requerían de cursos de química para realizar las actividades profesionales de los egresados y, sin embargo, incluyeron conocimientos de esta disciplina en sus programas curriculares.

¹¹ La escasa literatura existente sobre escuelas nacionales se encuentra en trabajos que aluden a la UNM, como los de Alvarado, Garcíadiego y Ramos-Lara, por mencionar algunos. Javier Garcíadiego, *Rudos contra científicos. La Universidad Nacional durante la Revolución mexicana* (México: El Colegio de México/Universidad Nacional Autónoma de México, 1996); María de la Paz Ramos-Lara, *La Escuela Nacional Preparatoria. Un sistema complejo adaptativo* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2018).

¹² Liliana Schifter y Patricia Aceves, “Los farmacéuticos y la química en México (1903-1919): prácticas, actores y sitios”, *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, n. 51 (enero-junio 2016): 75, <https://dx.doi.org/10.1016/j.ehmm.2016.02.003>.

*Las reformas a la minería y la primera cátedra de química
en territorio novohispano*

En la segunda mitad del siglo XVIII los mineros novohispanos presentaron a la corona española varios proyectos de modernización de este sector, donde se hacía énfasis en la necesidad de contar con personas instruidas. Joaquín Velázquez de León¹³ y Juan Lucas de Lassaga,¹⁴ como apoderados del gremio minero, presentaron un plan de reorganización para la industria minera a través de su texto *Representación que a nombre de la minería de la Nueva España hacen al rey nuestro señor los apoderados de ella* (1774). En éste propusieron la creación del Real Tribunal de Minería, un Colegio Metálico, el Banco de Avíos y otras reformas importantes para impulsar este ramo productivo. Con precisión señalaron las materias y conocimientos requeridos en la formación de los mineros, entre ellos un curso elemental de Química teórica y práctica en el quinto año de estudios (después de dos años de Matemáticas y dos de Física).

Los planteamientos de Velázquez y Lassaga empezaron a ser aprobados cuando José de Gálvez recibió el nombramiento de ministro de Indias. En 1777 se estableció el Real Tribunal General del Importante Cuerpo de la Minería de Nueva España y se nombraron los primeros diputados generales. En 1783 se publicaron las Reales Ordenanzas elaboradas también por Velázquez. El título XVIII se dedicó a la educación y la enseñanza de la juventud destinada a las minas.¹⁵

En 1786 el rey nombró director general del Real Tribunal al científico Fausto Delhuyar tras la muerte de Velázquez y Lassaga. Delhuyar se embarcó de Europa a Nueva España en 1788, acompañado de su esposa y un grupo de mineros alemanes.

¹³ Velázquez de León nació en 1732, en una hacienda ubicada entre los territorios que comprenden actualmente el Estado de México y Guerrero. Estudió Derecho en la Universidad de México e hizo observaciones astronómicas. Santiago Ramírez, *Datos para la historia del Colegio de Minería. Recogidos y compilados bajo la forma de efemérides* (México: Imprenta del Gobierno Federal, 1890), 47-51; Francisco Omar Escamilla y Lucero Morelos, *Escuelas de minas mexicanas. 225 años del Real Seminario de Minería* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2017), 68.

¹⁴ Lassaga fue regidor perpetuo de la ciudad de México y juez contador de mineros y albaceazgos. María de la Paz Ramos-Lara, *Vicisitudes de la ingeniería en México (siglo XIX)* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2013), 31.

¹⁵ Ramos-Lara, *Vicisitudes de la...*, 28-41.

Fausto Delhuyar y su hermano Juan José, nacidos en Logroño, estudiaron química en París con Hilaire-Marin Rouelle¹⁶ y con Jean D'Arcet,¹⁷ y en 1778 iniciaron estudios en la Academia de Freiberg. Al terminar su formación, Fausto regresó a España para incorporarse al Real Seminario de Vergara,¹⁸ mientras que Juan José viajó a Suecia para trabajar con el químico Torbern Bergman. A su regreso, ambos descubrieron y aislaron el elemento volframio en el laboratorio de química del Seminario de Vergara. Gracias a esta contribución, fueron admitidos en varias sociedades científicas europeas.¹⁹

Una vez instalado en Nueva España, Fausto empezó a aplicar a la minería la técnica de beneficio por barriles de Ignaz von Börn publicada en 1786, la cual resultó inoperante en tierras novohispanas, por lo que tuvo que aceptar la incuestionable eficacia del tradicional método de beneficio de patio.²⁰

En 1789 el virrey Revillagigedo instó a Delhuyar para que abriera el Real Seminario de Minería (RSM).²¹ Finalmente, a principios de 1792 se inauguró con la carrera de Perito Facultativo de Minas.²² En 1803 Alexander von Humboldt escribió:

¹⁶ Juan Manuel López de Azcona, Ignacio González Casanovas y Esther Ruiz de Castañeda, *Minería iberoamericana. Repertorio bibliográfico y biográfico*, v. III, *Biografías mineras 1492-1892* (Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, 1992), 159-169.

¹⁷ Manuel Castillo Martos, *Creadores de la ciencia moderna en España y América. Ulloa, los Delhuyar y del Río descubren el platino, el wolframio y el vanadio* (Brenes: Muñoz Moya/ Editores Extremeños, 2005), 140.

¹⁸ María Cristina Torales Pacheco, "Apuntes para el estudio de la presencia de la Ilustración alemana en México", *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas*, n. 40 (diciembre 2003): 127.

¹⁹ Jesús Palacios Remondo, *Los Delhuyar. La Rioja en América. Biografía de los hermanos Juan José y Fausto a través de fuentes y bibliografía* (Logroño: Consejería de Cultura, Deportes y Juventud, 1992), 213.

²⁰ Del método de Börn, una variante del *método de cazo* inventado por Alonso de Barba en Perú ciento cincuenta años atrás, Humboldt manifestó su ineficacia en México. Además, el tesorero de la Real Casa de Moneda de Guatemala, Juan de Macías y Dábalos, había propuesto innovaciones similares a las de Börn catorce años antes, en un escrito intitulado *Nueva Machina* (1772). Elías Trabulse, "Aspectos de la tecnología minera en Nueva España a finales del siglo XVIII", en *Historia de la ciencia y la tecnología*, comp. de Elías Trabulse (México: El Colegio de México, 1996), 218-219, <https://dx.doi.org/10.2307/j.ctvhn09sr.14>; Juan Matamala Vivanco, "Noticia sobre una máquina para beneficiar metales en el siglo XVIII" (conferencia "The 11th International Symposium of Mining Cultural Heritage in Geosciences, Mining and Metallurgy", Palacio de Minería, México, 29 de agosto de 2011).

²¹ Archivo General de Indias (en adelante AGI), México 2237, f. 535-539.

²² José Joaquín Izquierdo, *La primera casa de las ciencias en México. El Real Seminario de Minería (1792-1811)* (México: Ciencia, 1958), 19.

Ninguna ciudad del nuevo continente, sin exceptuar las de los Estados Unidos, presenta establecimientos científicos tan grandes y sólidos como la capital de México. Citaré sólo la Escuela de Minas, dirigida por el sabio Elhuyar, el Jardín Botánico y la Academia de pintura y escultura, conocida con el nombre de Academia de las Nobles Artes.²³

La intención era que los egresados ocuparan los cargos de directores o de ingenieros de minas en los virreinos españoles. Su plan de estudios constaba de cuatro cursos anuales de cátedras científicas —Matemáticas,²⁴ Física, Química y Mineralogía, en ese orden— además de idiomas, gramática y prácticas en los reales de minas.²⁵

Para la selección de los docentes de las asignaturas principales, Delhuyar consideró solamente a profesores europeos: Luis Lindner, egresado de la Escuela de Medicina de Viena, fue nombrado catedrático de Química (debido a que Francisco Codón, otro profesor asignado, nunca llegó a Nueva España)²⁶ y Andrés Manuel del Río, quien se formó en Almadén, en el Collège de France y en las academias de Freiberg y de Schemnitz, de Mineralogía.²⁷ Posteriormente Delhuyar —quien inició el curso de Química en 1796 debido a que Lindner enfermó— creó la categoría de ayudantes de clase, quienes apoyarían en la preparación y ejecución de los experimentos, repasarían las lecciones a los alumnos y se prepararían en la biblioteca para suplir al profesor titular si se ausentaba.²⁸

En este plan de estudios, la química era tan relevante que los dos últimos cursos estaban relacionados con esta disciplina. Del Río, quien era especialista en análisis químico, fue el profesor nombrado originalmente; sin

²³ Alejandro de Humboldt, *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España* (México: Editorial Porrúa, 1966), 79.

²⁴ Posteriormente, se agregaría otro año de Matemáticas.

²⁵ José Mariano Cárdenas-Méndez y María de la Paz Ramos-Lara, “Docencia, difusión e investigación de la química en el Colegio de Minería”, en *Aportes recientes a la historia de la química en México*, coord. de María de la Paz Ramos-Lara y Felipe León Olivares (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2014), 20.

²⁶ Francisco Omar Escamilla, “Luis Fernando Lindner (Schemnitz, ca. 1763-México, 1805): catedrático de química y metalurgia del Real Seminario de México”, *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas*, n. 41 (enero 2004): 169-176.

²⁷ Castillo Martos, *Creadores de la ciencia...*, 197-199.

²⁸ María de la Paz Ramos-Lara, “Historia de la física en México en el siglo XIX: los casos del Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros” (tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México, 1996), 15-16.

embargo, él prefirió la cátedra de Mineralogía y desde ese cargo hizo grandes contribuciones a la enseñanza, a la investigación y a la difusión de la química en México, además de numerosas publicaciones en ese campo.

De acuerdo con los exámenes, sabemos que la instrucción comprendía las teorías generales de la química y después sus aplicaciones en la minería, como la docimasia y los métodos metalúrgicos de mayor uso en México, de ahí que el laboratorio requiriera de la adquisición permanente de diversos instrumentos y sustancias. Este laboratorio se convertiría en un verdadero espacio de investigación para los profesores, alumnos e investigadores externos. Las investigaciones no sólo eran de interés particular sino también gubernamental, para analizar minerales y otras aplicaciones, destacándose el descubrimiento del elemento químico vanadio en minerales provenientes de Zimapán, por Del Río en 1801.²⁹

En los albores del siglo XIX el proyecto educativo del RSM había demostrado ser exitoso. Algunos de los primeros egresados se integraron a su planta docente y otros empezaban a laborar en otras instituciones y dependencias capitalinas o en provincia, ya fuera como profesores³⁰ o dirigiendo eficientemente las operaciones en algunos reales de minas. Las actividades dentro del colegio, como la contribución de Del Río, habían impulsado el interés por la investigación en química y en otros campos. Esta buena marcha se interrumpió cuando se expresaron los primeros brotes de violencia que demandaban la independencia de Nueva España. Los estudiantes y egresados participaron en ambos bandos; en la capital, del lado de la monarquía; en los reales de minas, con los insurgentes.

La situación económica se volvió insostenible. En junio de 1821 Fausto Delhuyar, en una reunión de la Junta General del Real Tribunal de Minería, escuchó las voces de los apoderados insistir en que se suspendieran los estudios y los gastos del colegio “hasta que la minería se restaure al floreciente estado que tenía...”.³¹ Poco después renunció a su cargo como director del Real Tribunal y regresó a España donde asumió un cargo similar hasta su fallecimiento en 1833.³²

²⁹ Cárdenas-Méndez y Ramos-Lara, “Docencia, difusión e...”, 18-20.

³⁰ Entre ellos Manuel Cotero, José Rojas, Pío Septién, Juan Méndez, Ignacio Hierro y Francisco del Villar. José Mariano Cárdenas-Méndez, “La importancia de la química en la modernización de las escuelas nacionales de la ciudad de México en el siglo XIX” (tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, 2020), 194-195.

³¹ Ramírez, *Datos para la historia...*, 246.

³² Ramos-Lara, *Vicisitudes de la ingeniería...*, 64.

*Expansión de los cursos de química en el siglo XIX en la minería,
la medicina, la agricultura y otros campos*

Durante el siglo XIX la química experimentó un importante desarrollo teórico y experimental. En ese periodo se descubrió un mayor número de elementos y la ley periódica, surgieron nuevos conceptos e innovadores métodos cuantitativos, se organizó un congreso internacional y aparecieron más ramas de esta ciencia. Sus aplicaciones se ampliaron en un sector industrial cada vez más diversificado y en permanente crecimiento. Además de contribuir eficazmente en sectores tradicionales (el minero y manufacturero principalmente), impulsó el desarrollo de la industria de productos sintéticos. Su progreso fue paralelo a la generación de mayores cantidades de energía, demandadas por la amplia gama de industrias en crecimiento y sociedades en proceso de modernización.

La química también incidió directamente en la mayor parte de los niveles educativos. Las escuelas de artes y oficios modernizaron sus planes de estudio; surgió el nivel secundario, donde la química se integró al cúmulo de conocimientos obligatorio; en el superior se crearon nuevas profesiones (como ingeniero químico y químico farmacéutico) y escuelas especializadas como el Royal College of Chemistry en Oxford, Inglaterra, en 1845.³³ En los libros de texto de química se subrayaba que era una ciencia natural, por lo que aumentó su producción y su circulación en el ámbito internacional.³⁴ Los laboratorios escolares, al igual que los libros, estimularon la industria editorial y la de producción de instrumentos de química.³⁵

En México la organización del país después de la independencia fue compleja. En el sector educativo se estaba de acuerdo con la aplicación de nuevos programas que fortalecieran los niveles existentes (elemental y superior) y con que se iniciara la planeación de los estudios preparatorios o secundarios. Sin embargo, durante más de diez años se emprendieron varios proyectos educativos sin condiciones adecuadas para entrar en vigor, como la falta de acuerdos políticos.

³³ Pedro Costa, "Avances y avalanchas del siglo XIX (II). Química y electricidad", *Antena de Telecomunicación*, n. 179 (abril 2010): 58-63.

³⁴ José Antonio Chamizo, *De la paradoja a la metáfora. La enseñanza de la química a través de sus modelos* (México: Universidad Nacional Autónoma de México/Siglo XXI, 2013), 36-37.

³⁵ José Antonio Chamizo, "Las sustancias químicas, antes y después de la construcción de la tabla periódica", *Educación Química*, v. 30, n. 4 (octubre 2019): 98-107, <https://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.4.70469>.

Los primeros proyectos³⁶ tuvieron como base el Reglamento General de Instrucción Pública de 1821 que fue formulado por las Cortes de Cádiz en España y que se pretendía que rigiera a la metrópoli y a los territorios de ultramar.³⁷ En este documento se declaraban la gratuidad de la educación pública y el establecimiento de los tres niveles ya mencionados, así como la creación de colegios de minas —donde la química era fundamental— y universidades en varias regiones. Posteriormente, en la mayor parte de los proyectos mexicanos frustrados de los primeros años de vida independiente, la química estaba integrada en el nivel segundo y en algunas especialidades del tercero. En el cuadro 1 resumimos la forma en que la química fue incluida en estos proyectos que redactaron las comisiones oficiales para el caso de México y el de 1821, el cual regiría a España y a sus colonias.

A partir de 1833 se aprobaron varias reformas educativas que incidieron directamente en el fomento de la química y de las profesiones que incluían esta disciplina en sus planes de estudio. En la reforma de ese año³⁸ la educación se reorganizó en el Distrito Federal en seis establecimientos en el siguiente orden: Estudios Preparatorios, Estudios Ideológicos y Humanidades, Ciencias Físicas y Matemáticas, Ciencias Médicas, Jurisprudencia y Ciencias Eclesiásticas.³⁹ Asimismo, se creaban las cátedras de Botánica, de Agricultura y de Química aplicada a las artes en el Hospicio y Huerta de Santo Tomás.⁴⁰ No obstante la suspensión de la reforma en 1834, se

³⁶ El Plan de Iguala (1821) dispuso que se gobernaría con las leyes españolas que no dañaran la independencia y con la constitución de 1812, la cual establecía que se crearían universidades y establecimientos educativos y se enseñarían todas las ciencias y las artes. Raquel Rico Linage, *Constituciones históricas. Ediciones oficiales* (Sevilla: Universidad de Sevilla, 1999), 65-66; Dorothy Tanck de Estrada, “Las Cortes de Cádiz y el desarrollo de la educación en México”, *Historia Mexicana*, v. 29, n. 1 (113) (julio-septiembre 1979): 4-5

³⁷ Este reglamento era prácticamente igual al *Informe Quintana* (España, 1814) que, a su vez, se basó en la idea de educación nacional de los planes franceses de finales del siglo XVIII de Talleyrand-Perigord y Condorcet, cuyos principios serían libertad, igualdad, gratuidad y universalidad. Rosalina Ríos Zúñiga, “De Cádiz a México. La cuestión de los institutos literarios (1823-1833)”, *Secuencia*, n. 30 (septiembre-diciembre 1994): 9, <https://dx.doi.org/10.18234/secuencia.v0i30.474>.

³⁸ José María Luis Mora (Director General de Instrucción Pública), Manuel Eduardo de Gorostiza, Andrés Quintana Roo, Juan Rodríguez Puebla y el vicepresidente Valentín Gómez Farías formaron la comisión. Roberto Heredia Correa, “Tres reformas educativas en torno a 1833”, *Relaciones*, v. 19 (1983): 20.

³⁹ En esta reforma se estableció una Dirección General de Instrucción Pública y se suprimió la Universidad.

⁴⁰ Además, dos escuelas normales de profesores. María del Rosario Soto Lescale, *Legislación educativa mexicana de la Colonia a 1876* (México: Universidad Pedagógica Nacional, 1997), 106.

Cuadro 1
LA QUÍMICA EN PROYECTOS EDUCATIVOS FRUSTRADOS EN MÉXICO
(1821-1832)

<i>Año</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Autores</i>	<i>Disposiciones</i>
1821	Reglamento General de Instrucción Pública decretado por las Cortes	José María Moscoso Francisco Fernández Pablo de la Llave	<p>Profesiones sanitarias Un solo establecimiento para las carreras de Medicina, de Cirugía y de Farmacia Cátedras de Materia farmacéutica y Farmacia experimental Laboratorio químico y farmacéutico Acreditación previa de un curso de Química.</p> <p>Minería Escuelas de Minas en Zacatecas, Guanajuato y Taxco Cátedras de Química aplicada a los ensayos o docimástica, amalgamación y fundición</p> <p>Universidad Dos cursos de Química</p>
1823	Reglamento General de Instrucción Pública	Jacobo Villaurrutia Andrés del Río José Nicolás Maniau José Benito Guerra Antonio Serrano Juan Balenchana Vicente Cervantes	<p>Estudios preparatorios Cátedra de Química de los tres Reynos para las carreras de Farmacia, Cirugía y Medicina y de Ciencias Naturales</p> <p>Ciencias Naturales Cátedras de Química animal, vegetal y mineral con aplicación de todas a las artes Examinarse en Química mineral</p> <p>Ciencias Matemáticas Examinarse en Química y Mineralogía</p>

Cuadro 1. *Continuación...*

<i>Año</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Autores</i>	<i>Disposiciones</i>
1826	Plan General de Instrucción Pública	Francisco de Paula Villegas José María Riva Juan Bautista Dondé Manuel Espejo y Castropol Francisco Lombardo	Instrucción segunda Curso de Química Laboratorio de Química Colección de minerales Academia general Curso de Física y Química aplicadas a las artes de construcción Laboratorio Químico Colección de minerales
1828	Plan de Educación	Pablo de la Llave José María Iturralde José Francisco Azcárate Miguel Valentín José María Torres Antonio Manuel Canto José María Bocanegra Juan José Espinosa Andrés Quintana Roo	Cursos de Mineralogía, Química y Farmacia para todas las carreras excepto Teología y Jurisprudencia
1830	Memoria de la Secretaría de Estado y del Despacho de Relaciones Interiores y Exteriores	Lucas Alamán	División de la instrucción en ramos: Ciencias Físicas en el Colegio de Minería Ciencias Naturales en el Jardín Botánico y el Museo Nacional Ciencias Médicas en el Colegio de San Juan de Letrán
1832	Proyecto de Instrucción Pública	Miguel Valentín Rafael Olaguibel Ignacio Sepúlveda	Colegio de Minería Cursos de Química general y de Química aplicada a las artes Profesiones sanitarias Dos cursos de Química y Farmacia para Farmacéuticos

FUENTE: elaboración propia

mantuvo el Establecimiento de Ciencias Médicas, el cual daría un fuerte impulso a la química en las profesiones sanitarias al consolidar la anhelada modernización de los estudios de medicina (de acuerdo con el modelo francés) y establecer una cátedra de Farmacia teórico-práctica, cuyo primer profesor fue José María Vargas (hasta su muerte en 1875).⁴¹ El currículo de Medicina en la Real y Pontificia Universidad de México no se modificó durante casi todo el periodo virreinal y su enseñanza se basaba en la antigua teoría humoral. Sin embargo, a principios del siglo XIX, el doctor Luis José Montaña, profesor de Vísperas de medicina, logró la aprobación de una cátedra de Clínica de medicina práctica, además de considerar que la enseñanza debería estar basada en la anatomía, la clínica, la química y la botánica, puesto que los médicos debían ser también naturalistas. Esto se sumaba a la propuesta de Vicente Cervantes de crear una Facultad de Farmacia.⁴²

Otros hechos de esa época favorecieron la modernización de la medicina en México.⁴³ Desde 1826 el médico y congresista Manuel Carpio propuso la creación de una Facultad de Medicina independiente de la Universidad y de una cátedra de Farmacia teórico-práctica.⁴⁴ Aunque estas propuestas no prosperaron inmediatamente, en 1831 la Sociedad Médica del Distrito Federal impulsó el decreto de la ley que suprimía el Protomedicato y creaba la Facultad Médica, la cual estaría compuesta por ocho médicos cirujanos y cuatro farmacéuticos.⁴⁵

Asimismo, el Establecimiento de Ciencias Físicas y Matemáticas regresó a su condición de Colegio de Minería, donde la química era fundamental en el plan de estudios de las tres carreras:⁴⁶ Peritos de Minas, Ensayadores y Beneficiadores.⁴⁷ Por último, en el Colegio Militar se inició

⁴¹ Martha Rodríguez, *La Escuela Nacional de Medicina (1833-1910)* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina, 2008), 74.

⁴² Martha Rodríguez, "La medicina científica y su difusión en Nueva España", *Estudios de Historia Novohispana*, n. 12 (1992): 183, <https://dx.doi.org/10.22201/iih.24-486922e.1992.012.3360>.

⁴³ Juan Manuel Noriega, "Noticia histórica de la farmacia en México", *La Farmacia*, n. 18 (julio 1934): 212.

⁴⁴ Francisco de Paula Villegas *et al.*, "Dictamen de la Comisión de Instrucción Pública de la Cámara de Diputados", *El Sol*, 18 de febrero de 1826, 997-998.

⁴⁵ "Congreso General. Cámara de Diputados", *El Sol*, 13 de marzo de 1831.

⁴⁶ La mayoría de los profesores de química fueron egresados del mismo colegio como Manuel Herrera, Ignacio Hierro, Patricio Murphy, Francisco del Villar, José María César y Ezequiel Pérez. Archivo General de la Nación (en adelante AGN), *Justicia e Instrucción Pública*, v. 10, f. 101-118; AGN, *Justicia e Instrucción Pública*, v. 18, f. 64.

⁴⁷ Ramos-Lara, *Vicisitudes de la ingeniería...*, 109.

una cátedra de Química como parte de los estudios de los ingenieros y de los oficiales de artillería.⁴⁸

Posteriormente, en 1843, el presidente Antonio López de Santa Anna publicó un decreto en el que se establecían, en la capital, una Escuela de Agricultura y otra de Artes y Oficios, la cual contaría con un curso de Química aplicada a las artes.⁴⁹ El plan fue formulado por Lucas Alamán.⁵⁰ Ninguna de las dos se concretó. No obstante, en 1845, el legista José Urbano Fonseca, quien fue un promotor de la educación y las ciencias,⁵¹ invirtió su capital para establecer el Gimnasio Mexicano, una escuela efímera de agricultura en la que algunos científicos, como el médico Leopoldo Río de la Loza, impartieron cátedras gratuitas.⁵²

En la reforma de ese mismo año, bajo la gestión de Manuel Baranda, se promovieron algunas modificaciones importantes para la química.⁵³ Una de ellas fue la incorporación de estudios preparatorios para cada carrera. En los de la Escuela Nacional de Medicina (ENM) —instalada en el Colegio de San Ildefonso— se introdujo el curso de Química médica, impartido por Río de la Loza desde 1845 y hasta que se suprimió en 1867. Por ser un

⁴⁸ Los temas estudiados eran afinidades, calóricos, metales usados en las artes, cuerpos simples no metálicos, ácidos, sales metálicas y metalurgia. *Colección de leyes y decretos del Congreso General*, t. VII (México: Imprenta de Galván, 1840), 246.

⁴⁹ En la de Agricultura se harían “experimentos comparativos para cerciorarse del mejor procedimiento para hacer soluble la parte vegetal de la tierra en mayor cantidad, como base de toda vegetación vigorosa, para conservar húmedas las tierras por más tiempo, con la aplicación de medios artificiales y la producción o formación por medio de ellos de las sales de potasa...”. Manuel Dublán y José María Lozano, *Legislación mexicana*, tomo IV (México: Imprenta del Comercio, 1876), 610-614.

⁵⁰ Guadalupe Urbán y Juan José Saldaña, “La química agrícola y el estudio de los suelos cultivables en México en el siglo XIX”, *Quipu*, v. 15, n. 1 (enero-abril 2013): 30.

⁵¹ Río de la Loza expresó que un hecho observado “por el Sr. D. José Urbano Fonseca y por mí, contribuirá a dar idea de la divisibilidad de la materia bajo el punto de vista orgánico...”. Leopoldo Río de la Loza, *Introducción al estudio de la química* (México: Imprenta de J. M. Lara, 1862), 24.

⁵² Guadalupe Urbán, *La obra científica del doctor Leopoldo Río de la Loza* (México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco/Instituto Politécnico Nacional, 2000), 82.

⁵³ Además, se estableció la Junta Directiva General de la Instrucción Pública compuesta por el ministro de Instrucción Pública (presidente), el rector de la Universidad (vicepresidente), los rectores de los colegios de San Ildefonso, de San Juan de Letrán y de San Gregorio, los directores de los de Medicina y de Minería, el presidente de la compañía Lancasteriana y tres individuos de cada carrera nombrados oficialmente. Rosalina Ríos Zúñiga y Cristian Rosas Íñiguez, *La reforma educativa de Manuel Baranda: documentos para su estudio (1842-1846)* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, 2011), 39.

curso experimental,⁵⁴ se solicitaron de Europa las máquinas, instrumentos y todo lo necesario para el laboratorio de química. Para los farmacéuticos se estipuló que debían seguir los cursos y exámenes vigentes.⁵⁵

Además, la cátedra de Botánica, el Gabinete de Historia Natural y el Museo Nacional se anexaron al Colegio de Minería (como parte de la nueva carrera de Naturalista), ahora denominado Instituto de Ciencias Naturales, donde las profesiones incorporaron el término formal de *ingeniero*.⁵⁶ Asimismo, se aumentó su presupuesto para modernizar el laboratorio de química y el de física.⁵⁷

En 1848 el ingeniero Joaquín Velázquez de León fue nombrado Individuo de la Junta General de Estudios. Desde ese puesto impulsó la creación de una escuela de agricultura, cuyos estudios se establecieron provisionalmente en el Colegio de San Gregorio en 1850.⁵⁸ Para la redacción del plan de estudios, Velázquez convocó a Leopoldo Río de la Loza, al naturalista Benigno Bustamante, a Juan Bustillos y al ingeniero de minas Miguel Velázquez de León.⁵⁹

En agosto de 1853 fue creado el Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio —dirigido por Joaquín Velázquez de León—, instancia que fue importante para el desarrollo de la ciencia, principalmente durante el Porfiriato.⁶⁰ Ese mismo año decretó la creación de la Escuela Nacional de

⁵⁴ Anteriormente Río de la Loza ocupaba su laboratorio particular, el del Colegio de Minería y el del Apartado Nacional para estos fines. *Diario del Gobierno de la República Mexicana*, n. 3059, 7 de noviembre de 1843; *El Siglo XIX*, n. 764, 28 de diciembre de 1843.

⁵⁵ Los farmacéuticos tenían que aprobar la cátedra de Farmacia teórico-práctica y hacer dos años de práctica farmacéutica. Ríos Zúñiga y Rosas Íñiguez, *La reforma educativa...*, 31, 101 y 110; Mariana Ortiz-Reynoso, Liliana Schifter Aceves e Irlanda Geraldine Muciño Murillo, “Dos décadas de tesis de farmacia en México (1897-1919)”, *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, n. 58 (julio-diciembre 2019): 80-81, <http://dx.doi.org/10.22201/iih.24485004e.2019.58.70956>.

⁵⁶ Esta transformación daría luz a una de las acepciones más importantes para esta escuela ya que por primera vez el término *ingeniero* se asociaba a una profesión (ingeniero de minas) de este colegio. Ramos-Lara, *Vicisitudes de la...*, 70.

⁵⁷ Ríos Zúñiga y Rosas Íñiguez, *La reforma educativa...*, 101.

⁵⁸ Santiago Ramírez. *Biografía del señor D. Joaquín Velázquez de León* (México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1885), 59.

⁵⁹ Urbán y Saldaña, “La química agrícola...”, 31.

⁶⁰ Blanco y Moncada hacen referencia a los orígenes del Ministerio de Fomento centrándose en el estudio y reconocimiento del territorio mexicano a finales del siglo XIX. Mi-reya Blanco y José Omar Moncada Maya, “El Ministerio de Fomento, impulsor del estudio y el reconocimiento del territorio mexicano (1877-1898)”, *Investigaciones Geográficas*, n. 11 (2011): 74-91, <https://doi.org/10.14350/rig.29736>.

Agricultura y Veterinaria (ENAV), denominación que recibió a partir de 1856.⁶¹ Se nombró catedrático de Química a Río de la Loza, quien comenzó las lecciones en 1854, auxiliado por el ingeniero Joaquín Varela. Aproximadamente 30 años después de su creación, los propios egresados de la ENAV empezaron a ser profesores titulares de química en esta institución.⁶²

Otros decretos que favorecieron la enseñanza de la química fueron la creación de una Escuela Práctica Anexa al Colegio de Minería⁶³ (instalada en Fresnillo, Zacatecas), cuyo proyecto se había presentado en 1851 por el diputado Antonio del Castillo, profesor de Mineralogía del Colegio de Minería,⁶⁴ y el establecimiento de la Escuela de Comercio,⁶⁵ en la que se introdujo la cátedra de Química aplicada al comercio hacia finales del siglo XIX.⁶⁶

En 1856, bajo el régimen de Ignacio Comonfort, se formalizó la creación de la Escuela Industrial de Artes y Oficios, bajo una educación gratuita, científica y práctica. El objetivo era formar mano de obra calificada para la industria y otorgar el título de oficial.⁶⁷ El plan de estudios incluía la cátedra de Química aplicada a las artes en el quinto año.⁶⁸

⁶¹ Los planes de la carrera de Médico Veterinario contemplaban asignaturas de Química desde 1853. Éstas se suprimieron a partir de 1867. Paulina Deschamps Ramírez, “Los estudios de física y sus instrumentos en la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria, siglo XIX” (tesis de licenciatura en Historia, Universidad Nacional Autónoma de México, 2010), 96-107; Blanca Uribe, “Del animal del progreso al animal de la revolución. Una historia desde la veterinaria mexicana (1853-1947)” (tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México, 2016), 391-400.

⁶² A partir de 1889 la cátedra de química la ocuparon los ingenieros agrónomos José C. Segura, Basilio Romo y Manuel Pardo y Urbina. *La Voz de México*, n. 47, 26 de febrero de 1893, 3.

⁶³ Esta escuela estuvo activa de 1853 a 1861; su profesor de Metalurgia fue Miguel Velázquez de León. Posteriormente se trasladó a Guanajuato (1861) y a Pachuca (1877). Teodoro Laguerrenne, Pedro López Monroy y Diego Velázquez de la Cadena impartieron Química y Metalurgia en la primera y José María César en la segunda. Todos egresados del Colegio de Minería. Cárdenas-Méndez y Ramos-Lara, “Docencia, difusión e...”, 28-29.

⁶⁴ Además, propuso una cátedra de Química aplicada a las artes en el Colegio. *El Siglo XIX*, n. 812, 23 de marzo de 1851.

⁶⁵ *El Universal*, n. 75, 14 de mayo de 1854.

⁶⁶ Cárdenas-Méndez, “La importancia de...”, 253.

⁶⁷ Los cursos se tomarían provisionalmente en la ENAV. Además, una Junta Protectora se encargaría de la escuela y promovería las artes y la industria agrícola, fabril y manufacturera en función de los recursos de los estados. Jesús Ávila Galinzoga, coord., *La educación técnica en México desde la independencia, 1810-2010*, tomo I (México: Instituto Politécnico Nacional, 2011), 169-172.

⁶⁸ Manuel Dublán y José María Lozano. *Legislación mexicana*, tomo VIII (México: Imprenta del Comercio, 1877), 541.

En este periodo hubo otras propuestas de reforma para los estudios preparatorios y los superiores, surgidas desde el sector gubernamental y de iniciativas particulares que no se concretaron, las cuales se muestran en el cuadro 2. En el proyecto de 1854 de Teodosio Lares, ministro de Instrucción Pública, se establecían una Facultad de Farmacia y un plan de estudios para la profesión de farmacéutico.⁶⁹ En el de 1861, de Ignacio Ramírez, se plantearon cursos más especializados de química en las escuelas superiores.⁷⁰ A su vez, el plan imperial de 1865 de Francisco Artigas estaba organizado por asignaturas y la química formaba parte de la sección “Física e Historia Natural” dentro de los colegios Literarios, de Artes y la Escuela Cívica.⁷¹

La reforma educativa de 1867 fue crucial no sólo para consolidar el ideal republicano,⁷² sino también para el desarrollo de la ciencia. La Ley Orgánica de Instrucción Pública del 2 de diciembre dio a conocer la creación de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), bajo la dirección del médico y filósofo Gabino Barreda.⁷³ Su plan de estudios estaba conformado por un conjunto de materias científicas y humanísticas, incluida la química. El profesor Río de la Loza fue nombrado para hacerse cargo del curso de Química general.⁷⁴ En la ENM se dejó de impartir el de Química médica y se creó el de Análisis química para la carrera de Farmacéutico,⁷⁵ y suprimido para los Médicos, Cirujanos y Obstetras a partir de 1869.

En la ENP el curso de Química era obligatorio para todas las profesiones: ingenieros, arquitectos, ensayadores, apartadores y beneficiadores de

⁶⁹ Teodosio Lares, *Plan general de estudios* (México: Imprenta de Juan R. Navarro, 1854), 9-11.

⁷⁰ En dicho proyecto, la carrera de Farmacéutico correspondía a los tres primeros años de la de Medicina. Manuel Dublán y José María Lozano. *Legislación mexicana*, tomo IX (México: Imprenta del Comercio, 1878), 150.

⁷¹ *Boletín de las Leyes del Imperio Mexicano. Primera Parte*, tomo II (México: Imprenta de Andrade y Escalante, 1866), 650-654.

⁷² Milada Bazant, “La educación moderna, 1867-1911”, en *Historia de la educación en la ciudad de México*, coord. de Pilar Gonzalbo Aizpuru y Anne Staples (México: Secretaría de Educación del Distrito Federal/El Colegio de México, 2012), 231.

⁷³ Barreda, junto con otros científicos e intelectuales como el ingeniero Francisco Díaz Covarrubias, el médico Ignacio Alvarado y probablemente el farmacéutico Alfonso Herrera y Leopoldo Río de la Loza participaron en el proyecto de creación de la ENP. Ramos-Lara, *La Escuela...*, 50.

⁷⁴ Felipe León Olivares, “La cultura material en la cátedra y gabinete de Química de la Escuela Nacional Preparatoria a finales del siglo XIX”, *Educación Química*, v. 27, n. 1 (enero 2016): 75-77, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.09.010>.

⁷⁵ El plan de estudios también incluía Farmacia teórico-práctica e Historia natural de las drogas simples; para graduarse tenía que presentarse una tesis. Ortiz-Reynoso, Schifter Aceves y Muciño Murillo, “Dos décadas de...”, 81.

Cuadro 2
LA QUÍMICA EN PROYECTOS EDUCATIVOS NO CONCRETADOS
(1850-1865)

<i>Año</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Autores</i>	<i>Contenido</i>
1850	Iniciativa particular	Juan María Rodríguez José Guadalupe Lobato Leopoldo Río de la Loza (Sociedad de Químicos Entusiastas)	Cátedra gratuita de Química aplicada a lo industrial en el Colegio de San Juan de Letrán
1851	Proyecto de ley	Francisco Díaz Barriga	División de la educación pública primaria y secundaria en colegios mayores y menores Cátedra de Química aplicada a las artes para los estudios menores de Industriales
1854	Plan general de estudios	Teodosio Lares	Cursos: Nociones de química para la instrucción secundaria Química y docimasia para el grado de licenciado de las ciencias naturales Análisis químico para el grado de doctor de las ciencias naturales Química médica en el segundo año de la Facultad de Medicina Se establece la Facultad de Farmacia con los cursos de Química médica y de Farmacia teórico-práctica e historia de las drogas, Toxicología y tres años de Práctica farmacéutica
1861	Decreto del gobierno	Ignacio Ramírez	Cursos: Colegio de Minería: Química, Docimasia, Análisis químico y Metalurgia

1865	Ley de Instrucción Pública	Francisco Artigas	ENM
			Química mineral y orgánica para los estudios preparatorios y superiores
			ENAV
			Química aplicada a la agricultura
			ENAO
			Química aplicada a las artes e industrias en la Escuela de Artes y Oficios
			Escuela de Bellas Artes
			Física y Química para las carreras de arquitecto, ingeniero y agrimensor
			Temas:
			Colegio Literario
			Propiedades de los cuerpos
			Leyes de las uniones químicas
			Aplicaciones de la química en la física y en la vida práctica
			Colegio de Artes
			Composición química de los minerales
			Usos comunes de los minerales en las artes
			Las calidades generales y la diferencia material de los cuerpos
			Escuela Cívica
			Las uniones químicas más sencillas

FUENTE: elaboración propia

metales, médicos, farmacéuticos, agricultores, veterinarios, abogados, notarios o escribanos y agentes de negocios. En el Colegio Militar se establecieron los cursos de Química inorgánica y de Química aplicada a las artes militares, y la carrera de Agricultura contaba con el de Química aplicada a la agricultura.⁷⁶ Por otro lado, el Colegio de Minería se transformó en Escuela Especial de Ingenieros y sus cursos de química se volvieron más especializados.⁷⁷ La Escuela de Artes y Oficios continuó con el de Nociones de química general y aplicada.⁷⁸ En el año de 1869, dentro de un conjunto de modificaciones a esta reforma, se establecieron las escuelas primarias para adultos cuyo plan incluía el curso de Rudimentos de física y química aplicadas a las artes.⁷⁹

En 1872 el presidente del ayuntamiento del Distrito Federal, Eduardo Arteaga, estableció la Escuela Central Municipal “para niños que terminan la primaria y se dedican a algún oficio y no pueden seguir la preparatoria”, en la que se instauró el curso de Química aplicada a las artes (sólo tuvo existencia unos meses).⁸⁰ Además, en el año de 1878, el ministro de Instrucción Pública Protasio Tagle decretó una cátedra homónima en la Escuela Secundaria de Niñas.⁸¹

Durante el Porfiriato las escuelas de Ingenieros y de Agricultura recibieron un presupuesto seis o siete veces mayor al cambiar de adscripción del Ministerio de Instrucción Pública al de Fomento. Con ello se modificaron y fortalecieron sus planes de estudio. La Escuela Nacional de Ingenieros (ENI) creó dos nuevas carreras de índole industrial, la de Ingeniero Industrial⁸² y la de Ingeniero Electricista. La primera contó con un curso propio

⁷⁶ Urbán y Saldaña, “La Química...”, 36-37.

⁷⁷ Ramos-Lara, “Historia de la física...”, 185-186.

⁷⁸ Ávila Galinzoga, *La educación técnica...*, 232.

⁷⁹ Ernesto Meneses Morales, *Tendencias educativas oficiales en México, 1821-1911* (México: Centro de Estudios Educativos/Universidad Iberoamericana, 1998), 223.

⁸⁰ *La Iberia*, n. 1533, 30 de abril de 1872.

⁸¹ *El Siglo XIX*, n. 11963, 6 de junio de 1878.

⁸² En 1879 el profesor de Química analítica y aplicada de la ENI, el inglés Guillermo Hay, propuso la creación de una carrera de Ingeniería Industrial la que, según Escamilla, se aproximaba más a una Ingeniería Química, pues incluía los cursos de Análisis química inorgánica, de Análisis química orgánica, de Química aplicada a todas las industrias y Prácticas de un año y medio de Química industrial. El plan de estudios definitivo contaría con dos cursos de química. Francisco Omar Escamilla, “Orígenes de la carrera de Ingeniería Mecánica en México y el Laboratorio de Máquinas Térmicas, hoy Salón Bicentenario 1867-1924”, en *200 años del Palacio de Minería. Su historia a partir de fuentes documentales* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ingeniería, 2013), 420.

denominado Química industrial; la segunda propició que todas las carreras tuvieran conferencias de electricidad, algunas con temas de electroquímica.⁸³

Con Joaquín Baranda como ministro de Justicia e Instrucción Pública (1882-1901), las escuelas primarias recibieron mayor atención con la creación, entre 1887 y 1888, de las escuelas normales para profesores y profesoras, el establecimiento de escuelas rurales y la organización de Congresos Nacionales de Instrucción Pública (1889-1891).⁸⁴ En el primer reglamento de la Escuela Normal de Profesores (1886), se incluyó la enseñanza de la Química agrícola e industrial, pero no se concretó.⁸⁵ En 1889 se incluyeron la asignatura de Física y nociones de química en las normales (tanto de profesoras como de profesores) y la de Química aplicada a las artes en las escuelas nocturnas.⁸⁶ En la instrucción primaria se introdujeron temas de química dentro de la asignatura Lecciones de las cosas en 1891.⁸⁷ En 1896, al instaurarse la Educación Primaria Superior, se estableció la enseñanza de la Química dentro del ramo de Ciencias Físicas.⁸⁸

En 1886, en la Escuela Superior de Comercio y Administración (ESCA), se estableció la cátedra de Química aplicada al comercio.⁸⁹ Se creó el establecimiento de la Escuela Práctica de Maquinistas anexa a la ENI en 1890. Se otorgó reconocimiento oficial a la Escuela de Medicina Homeopática y a la carrera de Médico Cirujano Homeópata.⁹⁰ Por otro lado, en 1892, la Sociedad de Obreros Libres proyectó una Escuela de Artes y Oficios en la que se establecerían conferencias de Química industrial.⁹¹ Además, en los talleres de la Penitenciaría se daban cursos de Química aplicada a las artes por lo menos desde 1896.⁹²

⁸³ Ramos-Lara, *Vicisitudes de la ingeniería...*, 95-103.

⁸⁴ Meneses Morales, *Tendencias educativas...*, 407.

⁸⁵ Concepción Jiménez Alarcón, *La Escuela Nacional de Maestros, sus orígenes* (México: Secretaría de Educación Pública, 1987), 99.

⁸⁶ *La Convención Radical Obrera*, n. 133, 27 de enero de 1889.

⁸⁷ En el cuarto año se estudiaban nociones sobre los cuerpos simples y compuestos, metales y metaloides más usuales: el hierro, el cobre, el zinc, azufre, fósforo, etcétera.

⁸⁸ El programa comprendía cuerpos simples y compuestos; oxígeno, hidrógeno, carbono, azoe, cloro, salitre, alumbre; mezcla y combinación; óxidos, ácidos y sales; metales, metaloides y ligas más usuales, sus propiedades y principales aplicaciones; nociones generales sobre la nomenclatura y la notación química; nociones de química orgánica; alcohol, éter, azúcares y féculas. Adolfo Dublán y Adalberto A. Esteva, *Legislación mexicana*, tomo xxvi (México: Tipografía de El Partido Liberal, 1898), 484.

⁸⁹ AGN, *Fondo Justicia e Instrucción Pública*, caja 47, exp. 67.

⁹⁰ Ávila Galinzoga, *La educación técnica...*, 293.

⁹¹ *El Tiempo*, n. 2622, 4 de junio de 1892.

⁹² *Diario del Hogar*, n. 61, 26 de noviembre de 1896.

Otros cambios que se llevaron a cabo a finales del siglo fueron la introducción de las Academias de Química en la ENP (1896), las cuales consistían en conferencias sobre historia de esta ciencia. En el año de 1897 se decretó la obligatoriedad de un curso de Química (el de la ENP o el de la ESCA) para los estudios de Pintores, Acuarelistas, Escultores, Grabadores, etcétera, de la Escuela Nacional de Bellas Artes.⁹³

Debido a que los estudios de medicina no contaban con cursos de química desde 1869, los médicos Eduardo Liceaga, Rafael Lavista y Francisco Chacón propusieron su inclusión en el plan de estudios en 1887. Tras una década de discusiones y negociaciones, fue aprobado el curso de Química médica en sus aplicaciones prácticas dentro de la Ley de Enseñanza Profesional para la ENM (1897), el cual comenzó a impartirse en 1899 por el profesor Alejandro Uribe con el nombre de Química biológica.

Dentro de esta ley también se modificó el plan de estudios de la carrera de Farmacia. Se establecieron los cursos de Manipulaciones químicas y farmacéuticas, Práctica del manejo de los instrumentos y aparatos de física y de química usados en farmacia en el primer año, Análisis químico general en el segundo y Aplicaciones del análisis químico al ensaye de los medicamentos, a la toxicología, al reconocimiento de los alimentos y bebidas y al de los productos fisiológicos y patológicos más importantes en el tercero. Además, la comunidad de farmacéuticos seguía proponiendo la creación de una escuela especial de farmacia como lo expresó Maximino Río de la Loza a finales de siglo.⁹⁴

La creación de la Universidad Nacional de México, de la Escuela Nacional de Altos Estudios y de la Escuela Nacional de Química Industrial en el siglo xx fueron otros aportes fundamentales a la educación nacional, donde se sembró la semilla de profesionalización de la química.

Participación de ingenieros y médicos en el desarrollo de la química en la ciudad de México

La creación de la cátedra de Química en el RSM y sus aplicaciones en el sector minero convencieron a la población novohispana, y más tarde a la mexicana,

⁹³ Adolfo Dublán y Adalberto Esteva, *Legislación mexicana*, tomo xxvii (México: Tipografía de Eduardo Dublán, 1898), 413.

⁹⁴ Cárdenas-Méndez, “La importancia de la química...”, 312.

de las ventajas y los beneficios de utilizar la ciencia para aumentar la producción en las actividades económicas y para atender un gran número de problemas de la nación en general. Esta visión de usar la ciencia para alcanzar el progreso de un país era la cotidiana en la comunidad del colegio, además de desarrollar investigaciones científicas como una vocación personal.

De esta manera, los ingenieros jugaron un papel relevante en el desarrollo de la química durante el siglo XIX; además, de forma temprana, se incorporaron a esta labor los médicos y especialmente los farmacéuticos, el grupo académico más identificado con la química en la segunda mitad de esa centuria.⁹⁵ Dichas profesiones promovieron este campo en el sector educativo desde dos esferas, la gubernamental y la docente.

Desde el ámbito gubernamental estos grupos académicos participaron directamente en comisiones conformadas especialmente para elaborar las leyes y directrices de la educación mexicana y también para crear o reformar escuelas y planes de estudio. Podemos mencionar a Vicente Cervantes, Andrés Del Río, Lucas Alamán,⁹⁶ a los ingenieros Antonio del Castillo, Joaquín Velázquez de León (primer ministro de Fomento) y Miguel Velázquez de León, así como a los médicos y farmacéuticos Leopoldo Río de la Loza, Gabino Barrera e Ignacio Alvarado.

En lo que se refiere a la esfera docente, algunos profesores presentaron un desempeño asombroso, como fueron los casos de Andrés del Río, José María Vargas y Leopoldo Río de la Loza, quienes tuvieron una vida docente muy longeva. Este último llegó a impartir todas las cátedras de química de las escuelas capitalinas, con excepción del Colegio de Minería, y se convirtió en el personaje central de la química mexicana del siglo XIX. En 1868 dictaba cátedra en la ENM, en la ENP y en la ENAV. Sus discípulos fueron profesores de química en la mayoría de las escuelas de la ciudad de México. En la ENP laboraron Juan María Rodríguez y Andrés Almaraz; en la ENM, Víctor Lucio, Maximino Río de la Loza y Gumesindo Mendoza, quien, además de Manuel Iriarte, fue profesor en la Escuela Nacional

⁹⁵ Schifter y Aceves mencionan que el grupo de “los químicos más reconocidos” a finales del Porfiriato, formado por los farmacéuticos José Donaciano Morales, Andrés Almaraz, Víctor Lucio, Juan Manuel Noriega, Roberto Medellín, Adolfo P. Castañares, Ricardo Catu-regli, Mariano Lozano y Castro, Emilio del Raso y Miguel María y Campos, formó una red científica ubicada en instituciones educativas y de investigación, asociaciones profesionales como la Sociedad Farmacéutica Mexicana y en laboratorios relacionados con la salud y la prestación de servicios. Schifter y Aceves, “Los farmacéuticos y la...”, 75.

⁹⁶ Exalumno del RSM.

de Artes y Oficios (ENAO); en la ENAV, Manuel Río de la Loza y Antonio Peñafiel; en la ESCA, Francisco Llamas; y en las normales, Francisco Río de la Loza, Luis Troconis y Adolfo Olmedo. Algunos alumnos de estos profesores continuaron esta labor docente en las mismas escuelas⁹⁷ y en las que se fueron creando donde la química formaba parte de sus planes.

En el cuadro 3 identificamos las escuelas de la ciudad de México que incluyeron cursos obligatorios de química en sus planes de estudio en el siglo XIX. Como se ha mencionado, algunas de estas escuelas se crearon en función de las necesidades del país.

Pocas fueron las instituciones educativas que no incluyeron la química en sus planes de estudio, como la Escuela Nacional de Jurisprudencia. Sin embargo, con la creación de la ENP en 1867, todos los estudiantes estaban obligados a acreditar la asignatura de Química general. Otra ventaja de este curso para la educación superior fue que permitió especializar y aumentar el nivel de las cátedras de química de las escuelas superiores, como sucedió con la ENI, la ENM y la ENAV, principalmente. Esta situación la mostramos en el cuadro 4.

Conclusiones

La primera cátedra de Química comenzó en la ciudad de México en 1796 en el Colegio de Minería. Los siguientes esfuerzos por incorporar esta disciplina en otras instituciones tuvieron lugar en el siglo XIX, especialmente cuando México obtuvo su independencia. Aunque el sector gubernamental fue el principal promotor en el establecimiento de materias científicas en los diferentes planes de estudios, las primeras reformas educativas difícilmente tuvieron continuidad debido a la inestabilidad política y social del país. A pesar de que no se concretaron las propuestas, se pusieron de relieve determinadas necesidades que en el futuro se irían resolviendo.

A partir del segundo tercio de dicha centuria, la ENM y la ENI sobresalieron como los dos grandes pilares en el desarrollo de la ciencia en el ámbito nacional. Sus miembros y egresados participaron activamente tanto en las diversas reformas educativas como en los cuadros docentes de las escuelas, las cuales se fueron incrementando en número, variedad de especialidad y con distintas características y fines académicos. A partir de

⁹⁷ Almaraz también fue profesor en el Colegio Militar.

Cuadro 3
ESCUELAS DONDE SE ESTABLECIERON CURSOS DE QUÍMICA
(SIGLO XIX)

1792	1833	1843	1853	1867	Porfiriato
Real Seminario de Minería	Establecimiento de Ciencias Físicas y Matemáticas	Instituto de Ciencias Naturales	Colegio Nacional de Minería	Escuela Especial de Ingenieros	Escuela Nacional de Ingenieros
	Establecimiento de Ciencias Médicas	Escuela Nacional de Medicina	Escuela Nacional de Medicina	Escuela Nacional de Medicina	Escuela Nacional de Medicina
	Colegio Militar	Colegio Militar	Colegio Militar	Colegio Militar	Colegio Militar
		Decreto de creación de la Escuela de Agricultura	Colegio Nacional de Agricultura	Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria	Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria
		Decreto de creación de la Escuela de Artes y Oficios		Escuela de Artes y Oficios	Escuela Nacional de Artes y Oficios
				Escuela Preparatoria	Escuela Nacional Preparatoria
					Escuela Superior de Comercio y Administración
					Escuelas normales
					Escuelas primarias
					Escuela nocturna

FUENTE: elaboración propia

Cuadro 4
LAS CÁTEDRAS DE QUÍMICA ANTES Y DESPUÉS DE LA CREACIÓN DE LA ENP

1796-1867						
<i>RSM/Colegio de Minería</i>		<i>ENM</i>	<i>ENAV</i>		<i>ENAO</i>	<i>Colegio Militar</i>
Ingeniero de minas Beneficiador Ensayador		Médico	Agrónomo Agricultor teórico- práctico Mayordomo Agricultor topógrafo	Médico Veterinario		
Química, docimasia y metalurgia		Química médica	Química general y aplicada a la agricultura	Química Manipulaciones químicas	Química aplicada a las artes	Física y Química
1867						
<i>ENP</i>						
Química general						
1868-1900						
<i>ENI</i>		<i>ENM</i>		<i>ENAV</i>	<i>ENAO</i>	<i>Colegio Militar</i>
Ingeniero de Minas	Ingeniero Industrial	Médico	Farmacéutico	Ingeniero Agrónomo	Nociones de química	Química inorgánica Aplicación de las

Ensayador				Mayordomo de Fincas Rústicas	Química aplicada a las artes	ciencias físicas y químicas a las artes militares
Química analítica y aplicada	Química industrial	Química biológica	Análisis químico Manipulaciones químicas Manejo de instrumentos	Perito agrícola Química agrícola		
<i>ESCA</i>	<i>Escuelas Normales</i>	<i>Escuelas Nocturnas</i>	<i>Instrucción Primaria</i>		<i>ENBA</i>	<i>Penitenciaría</i>
Química aplicada al comercio	Nociones de química	Rudimentos de Química Química aplicada a las artes	Lecciones de las cosas		Química	Química aplicada a las artes

FUENTE: elaboración propia

1867 la ENP se insertó como la tercera columna fundamental en la promoción de campos científicos. Por su alto nivel y prestigio académico, las tres escuelas fueron integradas al proyecto de la Universidad Nacional de México en 1910.

El contundente desarrollo que experimentó la enseñanza de la química en ese periodo se sustentó en las diversas reformas educativas gubernamentales acordes con los ideales de progreso y modernización de la nación. En este proceso participaron varios profesores de química de las instituciones ya señaladas, quienes se esforzaron por ampliar su campo de acción en otras áreas; además de la minería y la farmacéutica, podemos mencionar la agricultura (ENAV) entre las más promovidas en términos de docencia, difusión e investigación; aunque también se incorporó como materia elemental en el Colegio Militar, Artes y Oficios, Comercio y Administración, Normal y escuelas de educación básica. Entre los docentes, destacó la labor de los químicos más reputados en el siglo XIX, Andrés Manuel del Río y Leopoldo Río de la Loza, formadores de varias generaciones de catedráticos y científicos.

Con base en lo anterior, los grupos académicos de mayor influencia en esa centuria que propiciaron un desarrollo de la química sin precedentes fueron los ingenieros, los médicos y los farmacéuticos, tanto en la docencia como en el desarrollo de investigaciones propias en esa disciplina; algunas de ellas llevadas a cabo por interés particular, otras desde el ámbito oficial y, las menos, en el sector industrial. En este florecimiento de la química fue crucial que sus catedráticos supieran aprovechar sus puestos o comisiones dentro del gobierno para actuar en favor de propuestas oficiales que incidieran directamente en la expansión, tanto cualitativa como cuantitativa, de esta ciencia.

FUENTES

Archivos

Archivo General de Indias (AGI), Sevilla, España.

Fondo México

Archivo General de la Nación (AGN), Ciudad de México, México.

Fondo Justicia e Instrucción Pública

Periódicos

Diario del Gobierno de la República Mexicana

Diario del Hogar

La Convención Radical Obrera

La Iberia

El Siglo XIX

El Sol

El Tiempo

El Universal

La Voz de México

Bibliografía

Aceves, Patricia. “La difusión de la química en el Real Jardín Botánico de la ciudad de México.” Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, 1989.

Aceves, Patricia. “La renovación de la farmacia en la Nueva España a finales del periodo colonial.” *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, v. 70, n. 1 (2004): 125-145.

Alvarado, Lourdes. “Las escuelas nacionales, origen de la Universidad Nacional de México.” En *Historia general de la Universidad Nacional siglo xx*. Coord. de Raúl Domínguez, 19-85. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, 2012.

Ávila Galinzoga, Jesús, coord. *La educación técnica en México desde la independencia, 1810-2010*. Tomo I. México: Instituto Politécnico Nacional, 2011.

Barba, Bonifacio. “La construcción del derecho a la educación en México.” *Perfiles Educativos*. v. 41, n. 166 (2019). <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.166.58948>.

Bazant, Milada. “La educación moderna, 1867-1911.” En *Historia de la educación en la ciudad de México*, coord. de Pilar Gonzalbo Aizpuru y Anne Staples, 245-328. México: Secretaría de Educación del Distrito Federal/El Colegio de México, 2012.

Bensaude-Vincent, Bernadette, e Isabelle Stengers. *Historia de la química*. Madrid: Addison Wesley Iberoamericana, 1997.

Bertomeu-Sánchez, José Ramón, y Antonio García-Belmar. *La revolución química. Entre la historia y la memoria*. Valencia: Universitat de València, 2006.

- Blanco, Mireya, y José Omar Moncada Maya “El Ministerio de Fomento, impulsor del estudio y el reconocimiento del territorio mexicano (1877-1898).” *Investigaciones Geográficas*, n. 11 (2011): 74-91. <https://doi.org/10.14350/rig.29736>. *Boletín de las Leyes del Imperio Mexicano. Primera Parte*. Tomo II. México: Imprenta de Andrade y Escalante, 1866.
- Cárdenas-Méndez, José Mariano. “La importancia de la química en la modernización de las escuelas nacionales de la ciudad de México en el siglo XIX.” Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, 2020.
- Cárdenas-Méndez, José Mariano, y María de la Paz Ramos-Lara. “Docencia, difusión e investigación de la química en el Colegio de Minería.” En *Aportes recientes a la historia de la química en México*. Coord. de María de la Paz Ramos-Lara y Felipe León Olivares, 17-45. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2014.
- Castillo Martos, Manuel. *Creadores de la ciencia moderna en España y América. Ulloa, los Delhuyar y del Río descubren el platino, el wolframio y el vanadio*. Brenes: Muñoz Moya/Editores Extremeños, 2005.
- Chamizo, José Antonio. *De la paradoja a la metáfora. La enseñanza de la química a través de sus modelos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Siglo XXI Editores, 2013.
- Chamizo, José Antonio. “Las sustancias químicas, antes y después de la construcción de la tabla periódica.” *Educación Química*, v. 30, n. 4 (octubre 2019): 98-107. <https://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.4.70469>.
- Colección de leyes y decretos del Congreso General*. T. VII. México: Imprenta de Galván, 1840.
- Costa, Pedro. “Avances y avalanchas del siglo XIX (II). Química y electricidad.” *Antena de Telecomunicación*, n. 179 (abril 2010): 58-63.
- Deschamps Ramírez, Paulina. “Los estudios de física y sus instrumentos en la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria, siglo XIX.” Tesis de licenciatura en Historia, Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.
- Dublán, Manuel y José María Lozano. *Legislación Mexicana*. Tomo IV. México: Imprenta del Comercio, 1876.
- Dublán, Manuel y José María Lozano. *Legislación mexicana*. Tomo VIII. México: Imprenta del Comercio, 1877.
- Dublán, Manuel y José María Lozano. *Legislación mexicana*. Tomo IX. México: Imprenta del Comercio, 1878.
- Dublán, Adolfo y Adalberto Esteva. *Legislación mexicana*. Tomo XXVI. México: Tipografía de El Partido Liberal, 1898.
- Dublán, Adolfo y Adalberto Esteva. *Legislación mexicana*. Tomo XXVII. México: Tipografía de Eduardo Dublán, 1898.

- Ducoing, Patricia. *La pedagogía en la Universidad de México 1881-1954*. Tomo I. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1990.
- Escamilla, Francisco Omar. “Luis Fernando Lindner (Schemnitz, ca. 1763-México, 1805): catedrático de química y metalurgia del Real Seminario de México.” *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas*, n. 41 (2004): 167-197.
- Escamilla, Francisco Omar. “Orígenes de la carrera de Ingeniería Mecánica en México y el Laboratorio de Máquinas Térmicas, hoy Salón Bicentenario 1867-1924.” En *200 años del Palacio de Minería. Su historia a partir de fuentes documentales*, 407-449. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ingeniería, 2013.
- Escamilla, Francisco Omar, y Lucero Morelos. *Escuelas de minas mexicanas. 225 años del Real Seminario de Minería*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2017.
- Garciadiego, Javier. *Rudos contra científicos. La Universidad Nacional durante la Revolución mexicana*. México: El Colegio de México/Universidad Nacional Autónoma de México, 1996.
- Heredia Correa, Roberto. “Tres reformas educativas en torno a 1833.” *Relaciones*, v. 19 (1983): 19-32.
- Humboldt, Alejandro de. *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*. México: Editorial Porrúa, 1966.
- Izquierdo, José Joaquín. *La primera casa de las ciencias en México. El Real Seminario de Minería (1792-1811)*. México: Ciencia, 1958.
- Jiménez Alarcón, Concepción. *La Escuela Nacional de Maestros, sus orígenes*. México: Secretaría de Educación Pública, 1987.
- Lares, Teodosio. *Plan general de estudios*. México: Imprenta de Juan R. Navarro, 1854.
- León Olivares, Felipe. “La cultura material en la cátedra y gabinete de Química de la Escuela Nacional Preparatoria a finales del siglo XIX.” *Educación Química*, v. 27, n. 1 (enero 2016): 74-81, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.09.010>.
- López de Azcona, Juan Manuel, Ignacio González Casanovas, y Esther Ruiz de Castañeda. *Minería Iberoamericana. Repertorio bibliográfico y biográfico*. V. III. *Biografías Mineras 1492-1892*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, 1992.
- Matamala Vivanco, Juan. “Noticia sobre una máquina para beneficiar metales en el siglo XVIII.” Conferencia presentada en “The 11th International Symposium of Mining Cultural Heritage in Geosciences, Mining and Metallurgy”, Palacio de Minería, México, 29 de agosto de 2011.
- Meneses Morales, Ernesto. *Tendencias educativas oficiales en México, 1821-1911*. México: Centro de Estudios Educativos/Universidad Iberoamericana, 1998.

- Noriega, Juan Manuel. "Noticia histórica de la farmacia en México." *La Farmacia*, n. 18 (julio 1934): 211-214.
- Ortiz-Reynoso, Mariana, Liliana Schifter Aceves e Irlanda Geraldine Muciño Murillo, "Dos décadas de tesis de farmacia en México (1897-1919)." *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, n. 58 (julio-diciembre 2019): 75-116. <http://dx.doi.org/10.22201/iih.24485004e.2019.58.70956>.
- Palacios Remondo, Jesús. *Los Delhuyar. La Rioja en América. Biografía de los hermanos Juan José y Fausto a través de fuentes y bibliografía*. Logroño: Consejería de Cultura, Deportes y Juventud, 1992.
- Ramírez, Santiago. *Biografía del señor D. Joaquín Velázquez de León*. México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1885.
- Ramírez, Santiago. *Datos para la historia del Colegio de Minería. Recogidos y compilados bajo la forma de efemérides*. México: Imprenta del Gobierno Federal, 1890.
- Ramos-Lara, María de la Paz. "Historia de la física en México en el siglo XIX: los casos del Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros." Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México, 1996.
- Ramos-Lara, María de la Paz. *Vicisitudes de la ingeniería en México (siglo XIX)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2013.
- Ramos-Lara, María de la Paz. *La Escuela Nacional Preparatoria. Un sistema complejo adaptativo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2018.
- Rico Linage, Raquel. *Constituciones históricas. Ediciones oficiales*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 1999.
- Río de la Loza, Leopoldo. *Introducción al estudio de la química*. México: Imprenta de J.M. Lara, 1862.
- Ríos Zúñiga, Rosalina. "De Cádiz a México. La cuestión de los institutos literarios (1823-1833)." *Secuencia*, n. 30 (septiembre-diciembre 1994): 5-31. <https://dx.doi.org/10.18234/secuencia.v0i30.474>.
- Ríos Zúñiga, Rosalina y Cristian Rosas Íñiguez. *La reforma educativa de Manuel Baranda: documentos para su estudio (1842-1846)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, 2011.
- Rodríguez, Martha. "La medicina científica y su difusión en Nueva España." *Estudios de Historia Novohispana*, n. 12 (1992): 181-193. <https://dx.doi.org/10.22201/iih.24486922e.1992.012.3360>.
- Rodríguez, Martha. "Legislación sanitaria y boticas novohispanas." *Estudios de Historia Novohispana*, n. 17 (1997): 151-169. <https://dx.doi.org/10.22201/iih.24486922e.1997.017.3456>.

- Rodríguez, Martha. *La Escuela Nacional de Medicina (1833-1910)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina, 2008.
- Schifter, Liliana y Patricia Aceves. “Los farmacéuticos y la química en México (1903-1919): prácticas, actores y sitios.” *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, n. 51 (enero-junio 2016): 72-92. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ehmcm.2016.02.003>.
- Soto Lescale, María del Rosario. *Legislación educativa mexicana de la Colonia a 1876*. México: Universidad Pedagógica Nacional, 1997.
- Tanck de Estrada, Dorothy. “Las Cortes de Cádiz y el desarrollo de la educación en México.” *Historia Mexicana*, v. 29, n. 1 (113) (julio-septiembre 1979): 3-34.
- Torales Pacheco, María Cristina. “Apuntes para el estudio de la presencia de la Ilustración alemana en México.” *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas*, n. 40 (diciembre 2003): 124-150.
- Trabulse, Elías. “Aspectos de la tecnología minera en Nueva España a finales del siglo XVIII.” En *Historia de la ciencia y la tecnología*, comp. de Elías Trabulse, 218-264. México: El Colegio de México, 1996. <https://dx.doi.org/10.2307/j.ctvhn09sr.14>.
- Urbán, Guadalupe. *La obra científica del doctor Leopoldo Río de la Loza*. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco/Instituto Politécnico Nacional, 2000.
- Urbán, Guadalupe, y Juan José Saldaña. “La química agrícola y el estudio de los suelos cultivables en México en el siglo XIX.” *Quipu*, v. 15, n. 1 (enero-abril 2013): 27-45.
- Uribe, Blanca. “Del animal del progreso al animal de la revolución. Una historia desde la veterinaria mexicana (1853-1947).” Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México, 2016.
- Uribe Salas, José Alfredo. “Historia del vanadio, 1801-1831. Disputa por la autoría del descubrimiento.” *Asclepio*, v. 72, n. 2 (julio-diciembre 2020): 322. <https://doi.org/10.3989/asclepio.2020.23>.
- Valera Candel, Manuel. *Proyección internacional de la ciencia ilustrada española. Catálogo de la producción científica española publicada en el extranjero 1751-1830*. Murcia: Universidad de Murcia, 2006.
- Vega y Ortega, Rodrigo. *El Jardín Botánico de la ciudad de México. En la primera mitad del siglo XIX*. Jalisco: Universidad de Guadalajara, 2018.
- Zamudio, Graciela. “Las expediciones botánicas a América.” *Ciencias*, n. 29 (enero-marzo 1993): 47-51.

SOBRE LOS AUTORES

José Mariano Cárdenas-Méndez

Químico y maestro en filosofía de la ciencia con especialidad en historia de la ciencia por la UNAM. Es profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica, Academia de Química y Ciencia de los Materiales de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán, Instituto Politécnico Nacional. Su línea de investigación es la historia de la química en México. En 2014 publicó “Docencia, difusión e investigación de la química en el Colegio de Minería”, en *Aportes recientes a la historia de la química en México* (México: Universidad Nacional Autónoma de México).

María de la Paz Ramos-Lara

Física, maestra en ciencias físicas y doctora en historia por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es investigadora del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH-UNAM) donde fundó el Laboratorio de Investigaciones Interdisciplinarias y Ciencias de la Complejidad (LIICC). Sus principales líneas de investigación son la historia de la ciencia y la tecnología en México y su análisis histórico desde la perspectiva de los sistemas complejos. Es autora de *La Escuela Nacional Preparatoria. Un sistema complejo adaptativo* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2018).