



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA
CAMPO DE CONOCIMIENTO: HISTORIA DE LA CIENCIA

**LA IMPORTANCIA DE LA QUÍMICA EN LA MODERNIZACIÓN DE LAS ESCUELAS
NACIONALES DE LA CIUDAD DE MÉXICO EN EL SIGLO XIX**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

PRESENTA:
JOSÉ MARIANO CÁRDENAS MÉNDEZ

TUTORA
DRA. MARÍA DE LA PAZ RAMOS LARA

CENTRO DE INVESTIGACIONES INTERDISCIPLINARIAS EN CIENCIAS Y HUMANIDADES

CIUDAD DE MÉXICO, MARZO DE 2020



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.

EXPRESO MI SINCERO AGRADECIMIENTO AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
(CONACYT) POR LA BECA OTORGADA DE AGOSTO DE 2013 A JULIO DE 2015

Dedico este trabajo a la memoria de mis antepasados:

Elvira Rojas Hernández

Félix Méndez Labra

Ángela Hernández Chávez

José Rojas

Juan Méndez

Juana Labra

José Juan Méndez Rojas

Félix Méndez Rojas

Arturo Méndez Rojas

Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	3
CAPÍTULO 1. MODERNIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN LA CIUDAD DE MÉXICO EN EL SIGLO XIX	
1.1 Instituciones científicas de educación superior en el periodo Colonial.....	10
1.2 La educación superior en los proyectos educativos anteriores a las leyes de 1833.....	27
1.3 La Reforma Educativa de 1833.....	39
1.4 La Reforma Educativa de 1843.....	47
1.5 Proyectos educativos durante la Reforma y el Segundo Imperio.....	61
1.6 La reforma educativa de 1867 y sus modificaciones.....	75
1.7 Leyes, reformas y obras educativas en el Porfiriato.....	83
CAPÍTULO 2. TRAYECTORIA GENERAL DE LA QUÍMICA DENTRO DE LAS ESCUELAS NACIONALES EN EL SIGLO XIX	
2.1 El Colegio de Minería	
2.1.1 Breve reseña sobre el surgimiento de la química moderna.....	89
2.1.2 Los estudios de química en el Real Seminario de Minería.....	99
2.1.3 La química en el Colegio de Minería durante la etapa del México Independiente (1821-1867).....	122
2.1.4 El curso de análisis químico en el Colegio de Minería y Escuela de Ingenieros.....	137
2.1.5 La química industrial en la Escuela de Ingenieros.....	162
2.1.6 La química en las escuelas anexas al Colegio de Minería y Escuela de Ingenieros.....	177
2.1.7 Participación de ingenieros egresados de la Escuela Nacional de Ingenieros en algunas instituciones de provincia.....	190
2.2 La Escuela de Medicina	
2.2.1 Reformas a los estudios de medicina en la Época Colonial.....	195
2.2.2 Del Colegio de Medicina a la Escuela Nacional de Medicina.....	201
2.2.3 La cátedra de <i>análisis química</i>	211
2.2.4 Reformas vinculadas a la enseñanza de la química en los estudios de farmacia	214
2.2.5 Reformas vinculadas a la enseñanza de la química en los estudios de medicina.....	220
2.3 La enseñanza de la química en la Escuela de Agricultura y Veterinaria.....	226
2.4. La enseñanza de la química en la Escuela de Artes y Oficios.....	236
2.5 La química en la Escuela Nacional Preparatoria.....	240

2.6 Otras instituciones educativas	
2.6.1 El Colegio Militar y la Escuela Práctica Médico Militar.....	251
2.6.2 La Escuela de Comercio.....	253
2.6.3 Las Escuelas Normales y de educación básica.....	254
2.6.4 La Escuela Nacional de Altos Estudios.....	260

CAPÍTULO 3. LA PROFESIONALIZACIÓN DE LA QUÍMICA EN MÉXICO

3.1 Asociaciones científicas	
3.1.1 La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística.....	263
3.1.2 Las Sociedades Médicas.....	270
3.1.3 Las Sociedades Farmacéuticas.....	275
3.1.4 Las Sociedades de Minería.....	280
3.1.5 Las Sociedades de Química.....	285
3.2 Los Institutos de Investigación	
3.2.1 La Comisión Superior de Salubridad y el Instituto Antirrábico.....	290
3.2.2 El Instituto Médico Nacional.....	293
3.2.3 La Comisión Geológica y el Instituto Geológico.....	297
3.2.4 El Instituto Patológico y el Instituto Bacteriológico.....	304
3.2.5 Instituto Mexicano de Minas y Metalurgia.....	309
3.3 Las propuestas de creación de carreras y escuelas especiales vinculadas a la química	
3.3.1 La Escuela Especial de Farmacia.....	312
3.3.2 La Ingeniería Química.....	313
3.3.3 La Escuela Nacional de Química Industrial.....	318
Conclusiones.....	343
Referencias.....	356

Índice de cuadros

Cuadro 1.1. La Educación Superior en Nueva España.....	12
Cuadro 1.2. Los seis establecimientos educativos de las reformas de 1833.....	40
Cuadro 1.3. Plan de estudios para la carrera de Médico en 1833.....	41
Cuadro 1.4 Instituciones de educación superior y profesiones de la reforma de 1843.....	49
Cuadro 1.5. Carreras y sus planes del Colegio de Minería en 1843.....	51
Cuadro 1.6. Planes de estudio para la carrera de médico de los años de 1835, 1839 y 1846.....	52
Cuadro 1.7. Currículo de los estudios preparatorios de 1854.....	63
Cuadro 1.8. Plan de estudios para la profesión de médico en 1855.....	63
Cuadro 1.9. Planes de estudio en el Colegio de Minería en 1858.....	69
Cuadro 1.10. Estudios Preparatorios en el Plan de 1861.....	70

Cuadro 1.11. Materias de la carrera de medicina en 1862.....	71
Cuadro 1.12. Currículo de los estudios preparatorios de 1865.....	73
Cuadro 1.13. Estudios contemplados en la reforma de 1867.....	76
Cuadro 1.14. Profesores de la Escuela Nacional Preparatoria.....	77
Cuadro 1.15. Estudios preparatorios para Ingenieros, Arquitectos, Ensayadores, Apartadores y Beneficiadores de metales.....	79
Cuadro 1.16. Estudios preparatorios para Médicos, Farmacéuticos, Agricultores y Veterinarios.....	79
Cuadro 1.17. Estudios preparatorios para Abogados, Notarios o Escribanos y Agentes de Negocios.....	79
Cuadro 1.18. Plan de estudios del Colegio Militar en 1868.....	80
Cuadro 1.19. Plan de estudios para Médico, cirujano y obstetra.....	81
Cuadro 1.20. Plan de estudios para farmacéuticos.....	81
Cuadro 1.21. Plan de estudios para Profesores de Agricultura.....	81
Cuadro 1.22. Plan de estudios para Médico Veterinario.....	81
Cuadro 1.23. Planes de estudio de la Escuela de Ingenieros.....	82
Cuadro 1.24. Plan de estudios para la Escuela Nacional de Artes y Oficios.....	83
Cuadro 2.1. Temas de los actos públicos de química en el Real Seminario de Minería (1799-1808).....	112
Cuadro 2.2. Temas de los actos públicos de química en el Colegio de Minería (1829-1842).....	128
Cuadro 2.3. Temas tratados en los actos públicos de la cátedra de química del Colegio de Minería (1843-1857).....	130
Cuadro 2.4. Programa de la cátedra de Química aplicada y análisis químico de 1877.....	145
Cuadro 2.5. Programa de la cátedra de Química aplicada y análisis químico de 1882.....	146
Cuadro 2.6. Programa de la cátedra de Química aplicada y análisis químico de 1886.....	149
Cuadro 2.7. Programa de la cátedra de Química aplicada y análisis químico de 1888.....	151
Cuadro 2.8. Programa de la cátedra de Química aplicada y análisis químico de 1891.....	153
Cuadro 2.9. Programa de la cátedra de Química aplicada y análisis químico de 1901.....	154
Cuadro 2.10. Alumnos que se desempeñaron como preparadores o mozos de química.....	158
Cuadro 2.11. Plan de la carrera de Ingeniero Industrial propuesto por Guillermo Hay y aprobado por la dirección de la Escuela Especial de Ingenieros en 1879.....	165
Cuadro 2.12. Programa de la cátedra de Química Industrial de 1886.....	170
Cuadro 2.13. Programa de la cátedra de Química Industrial de 1891.....	170
Cuadro 2.14. Programa de la cátedra de Química Industrial de 1901.....	171
Cuadro 2.15. Programa de la cátedra de Metalurgia de 1878.....	187
Cuadro 2.16. Programa de la cátedra de Metalurgia de 1882.....	187
Cuadro 2.17. Programa de la cátedra de Metalurgia de 1891.....	187
Cuadro 2.18. Programa de la cátedra de Metalurgia de 1899.....	187

Cuadro 2.19. Profesores de Química egresados de Colegio de Minería y Escuela de Ingenieros que impartieron clases en provincia.....	194
Cuadro 2.20 Programa de Estudios de Análisis Química.....	215
Cuadro 2.21. Programa de Farmacia en 1901.....	216
Cuadro 2.22. Programa de Análisis Química en 1901.....	217
Cuadro 2.23. Comparación del Plan de Estudios de la carrera de Farmacéutico (1915) en la Escuela Nacional de Medicina y de Químico Farmacéutico (1921) en la Facultad de Ciencias Químicas.....	218
Cuadro 2.24. Cursos y profesores de química en la ENI y en la ENM.....	224
Cuadro 2.25. Temas en el I libro de Manuel Iriarte <i>Elementos de química general para uso de los obreros</i> de 1901.....	237
Cuadro 2.26. Temas impartidos por Juan María Rodríguez en la cátedra de Química de la ENP en 1874.....	245
Cuadro 2.27. Temas de los exámenes de Química en la ENP en 1904.....	247
Cuadro 3.1. Lista de Socios del Instituto Nacional de Geografía y Estadística en 1833-1835.....	266
Cuadro 3.2. Lista de socios del Instituto Nacional de Geografía y Estadística en 1838.....	267
Cuadro 3.3. Lista de socios de la Comisión de Estadística Militar en 1846.....	269
Cuadro 3.4. Socios de la Academia de Medicina de Méjico.....	271
Cuadro 3.5. Socios de la Sociedad Médica de México.....	273
Cuadro 3.6. Trabajos de farmacia publicados en la GMM durante la época del imperio.....	274
Cuadro 3.7. Integrantes de la Comisión Geológica Mexicana en 1888.....	299
Cuadro 3.8. Personal del Instituto Geológico Nacional en 1904.....	300
Cuadro 3.9. Personal de Instituto Geológico (1917-1918).....	303
Cuadro 3.10. Plan de estudios de la carrera de Farmacia en 1915.....	319
Cuadro 3.11. Plan de Estudios para la carrera de Químico Industrial (1916).....	326
Cuadro 3.12. Planes de estudio para Ingeniería Química y Doctor en Química.....	331
Cuadro 3.13. Planes de estudios iniciales de la Escuela Nacional de Industrias Químicas para las diferentes carreras.....	338

Índice de figuras

Figura 1. Francisco Javier de Gamboa.....	19
Figura 2. Joaquín Velázquez de León.....	19
Figura 3. Placa conmemorativa del sesquicentenario del Real Seminario de Minería.....	24
Figura 4. Manuel Baranda.....	48
Figura 5. Busto de Gabino Barreda.....	88
Figura 6. Busto de Justo Sierra.....	88
Figura 7. Fausto Delhuyar y Andrés del Río.....	110
Figura 8. Los Anales de Ciencias Naturales de Madrid de 1803.....	119
Figura 9. Ignacio Hierro Salgado.....	135
Figura 10. Antonio del Castillo.....	145

Figura 11. Ezequiel Pérez.....	145
Figura 12. Baltasar Muñoz Lumbier.....	168
Figura 13. Miguel Velázquez de León.....	185
Figura 14. Traducción al castellano del Tratado elemental de química de Lavoisier.	199
Figura 15. Homenaje a Río de la Loza en el Centenario de su nacimiento.....	213
Figura 16. Víctor Lucio.....	214
Figura 17. Ricardo Caturegli.....	218
Figura 18. Joaquín Varela Salceda.....	226
Figura 19. Antonio Peñafiel.....	230
Figura 20. José C. Segura.....	230
Figura 21. El libro de Manuel Iriarte, “Elementos de Química General para uso de los obreros” de 1900.....	239
Figura 22. Nota sobre la ENAO.....	240
Figura 23. Miembros de la Sociedad Familiar de Medicina.....	244
Figura 24 El Dr. Juan María Rodríguez Arangoiti.....	244
Figura 25. Fernando Ferrari Pérez.....	257
Figura 26. Manuel Ramírez Palacios.....	257
Figura 27. Luis G. León.....	259
Figura 28. Química para los niños por Luis G. León.....	259
Figura 29. Química Popular por Luis G. León.....	259
Figura 30. Busto de Juan Badiano.....	276
Figura 31. Monumento al libro de plantas medicinales indígenas.....	276
Figura 32. El ingeniero Franz Hiti.....	288
Figura 33. Busto del Dr. Eduardo Liceaga.....	292
Figura 34. Richard E. Chism y el Instituto de Minas y Metalurgia.....	311
Figura 35. Félix Fulgencio Palavicini.....	325
Figura 36. El informe de Palavicini.....	325
Figura 37. Centenario de la ENQI. Facultad de Química.....	326
Figura 38. Nota sobre la ENQI.....	330
Figura 39. Directores farmacéuticos de la ENIQ después del periodo de Agraz.....	334
Figura 40. Rafael Illescas Frisbie.....	334
Figura 41. Juan Salvador Agraz.....	337
Figura 42. Certificado de Estudios de Químico de Agraz.....	337

Resumen

La institución de educación superior en la que se impartió por primera vez un curso de química en México fue el Real Seminario de Minería inaugurado en 1792. Gracias a que durante varios años fue la única institución que albergaba estudios teóricos y prácticos de esta disciplina, los egresados se desempeñaron como profesores en otras escuelas que contemplaban estudios de minería en provincia. Y aunque los cursos de química del Colegio de Minería estaban orientados hacia la industria minera, los profesores también ejercieron influencia en otras instituciones educativas de la capital cuyos estudios no se relacionaban con este ramo productivo.

En 1833, con las reformas liberales de Valentín Gómez Farías, se creó una institución que, al igual que el Colegio de Minería, contaba con cursos de química, el Establecimiento de Ciencias Médicas. Con esta institución moderna se buscaba reemplazar la antigua Facultad de Medicina de la Universidad. Diversos acontecimientos impidieron que se consolidara la cátedra de química médica, hecho que ocurrió hasta 1843. El profesor que impartió el curso de química médica, Leopoldo Río de la Loza, se formó como médico, sin embargo, sus estudios de química los llevó a cabo en el Colegio de Minería siendo uno de sus profesores Andrés Manuel del Río.

Conforme transcurrió el siglo XIX, se produjeron varias reformas que fueron transformando la educación en el país y que repercutieron en la enseñanza de la química. Una de ellas fue la creación, en 1867, de la Escuela Nacional Preparatoria, institución en la que se consideraba un curso de química general en su plan de estudios. Este hecho propició que las instituciones de educación superior que incluían la química como cátedra obligatoria pudieran elevar el nivel de los cursos y dirigir el contenido hacia aspectos particulares de la profesión.

Hacia finales del siglo XIX, en espacios académicos conformados por médicos y por ingenieros, como la Sociedad de Químicos Mexicanos y la Escuela Nacional de Ingenieros se comenzó a impulsar la profesionalización de la química. Los farmacéuticos plantearon un proyecto de instalación de una escuela de químicos y farmacéuticos desde 1910. Por su parte, en 1911, la dirección de la Escuela Nacional de Ingenieros presentó un plan reformativo de los estudios llevados a cabo en esta institución, en el que se buscaba la creación de la carrera de ingeniería química. Finalmente, la química se profesionalizó en 1915 al crearse la Escuela Nacional de Industrias Químicas por sendas iniciativas del ingeniero químico Juan Salvador Agraz y del farmacéutico Roberto Medellín, quien realizó el primer proyecto educativo para esta escuela.

Introducción

Para obtener el grado de Químico en la Facultad de Química de la UNAM realicé una tesis sobre los inicios de la enseñanza de la química en México, esto es, en el Real Seminario de Minería en el siglo XVIII y en la institución que le dio continuidad durante el siglo XIX, la Escuela Nacional de Ingenieros (ENI). Durante la investigación noté que los cursos de química fueron aumentando conforme la industria se diversificaba en el país, sin embargo, a fines de esa centuria experimentaron un estancamiento debido a que México no contaba con una industria química propia que incentivara no sólo las materias de ese campo, sino carreras que ya empezaban a crearse en otros países, como la de Ingeniero Químico, Químico Farmacéutico, etc.

Ante esta situación me pareció interesante estudiar, como tema de investigación para la maestría, la enseñanza de la química no sólo en la ENI sino en el resto de las escuelas nacionales. Durante la revisión bibliográfica y la recopilación de información en varios acervos documentales de la Ciudad de México me di cuenta de que los profesores de química de las instituciones de educación superior no se limitaron a la labor docente, sino que, algunos de ellos tomaron la iniciativa de crear instituciones, sociedades y publicaciones científicas, donde la química tuvo un lugar principal.

De esta manera, y aunque no eran los objetivos iniciales de mi trabajo, me di a la tarea de buscar información al respecto, pues consideré necesaria para tener claro el panorama de cómo la Química pasó de ser una cátedra imprescindible en determinadas instituciones educativas (de educación preparatoria y superior) a consolidarse como un campo de estudio que se volvió fundamental en la realización de investigaciones científicas que atendieran diversos problemas nacionales diversificados en sectores como la medicina, la minería, la agricultura, la farmacia y la explotación del petróleo, entre otros.

Finalmente, a lo largo de la investigación y recolección de datos comprendí que la historia de las instituciones, sociedades y publicaciones científicas que estuvieron vinculadas a la química en nuestro país en el siglo XIX, constituye una investigación muy extensa, que quizá se pueda detallar y enriquecer en estudios posteriores, por lo que me concreté a hablar de estos aspectos basándome en los datos históricos que logré encontrar, considerando que se establece lo esencial para dar seguimiento al proceso de transformación de sociedades científicas de ciertas especialidades como la minería, la medicina y la farmacia hasta llegar propiamente a una de química. El mismo seguimiento lo realicé con las escuelas nacionales e incluso con las de enseñanza preparatoria y de altos estudios, hasta la creación de una escuela especial de química, donde se formaron los primeros especialistas que atenderían los problemas nacionales de la industria química y que formarían a los cuadros de químicos mexicanos.

Asimismo, me pareció relevante determinar cuál fue la participación de los profesores de química en los institutos de investigación científica que se crearon a finales del siglo XIX y principios del XX, pues era crucial saber qué tan importante eran los conocimientos de química para atender y resolver una amplia gama de necesidades del país. De este modo pude ir reconociendo los actores principales que en este campo contribuyeron de manera decisiva al proceso de docencia, investigación, difusión y profesionalización de la química en México desde finales del siglo XVIII hasta principios del XX.

La tesis se encuentra dividida en tres capítulos, en el primero, se hace una revisión de los cambios que hubo en la educación superior en el siglo XIX y se habla, también un poco del contexto político que imperó en el México decimonónico mientras operaban estos cambios. De este modo se identifican dos grandes grupos políticos en el periodo referido que la historiografía ha identificado como conservadores y liberales.

En el terreno educativo se observa que, en los diferentes proyectos, estos grupos políticos llegaron a tener ideas similares o que un grupo político retomaba ideas del otro, lo cual no resulta extraño si se toma en cuenta que personajes identificados tanto con un grupo como con el otro llegaron a participar en los mismos gobiernos. O éstos intentaron en varias ocasiones gobernar tomando en cuenta a las diferentes facciones políticas de la nación.

Uno de los ideales de los diferentes gobiernos desde el comienzo de la vida independiente de México fue el de uniformar la educación a través de leyes y reglamentos. La inestabilidad política propició que varias leyes y proyectos educativos no se llevaran a cabo y quedaran sólo en el decreto. Quizá esa sea la razón por la que el investigador Ernesto Meneses (1915-2001) habla en su magna obra *Tendencias educativas oficiales en México: 1821-1911* de ensayos educativos. El recorrido que se hace tiene como objetivo observar a grandes rasgos cómo aparecieron las instituciones de educación superior y sus profesiones en México junto con los estudios preparatorios, que en ese entonces también se denominaban secundarios, para determinar cuáles incluyeron la química como parte de sus planes de estudio.

En el segundo se habla específicamente de la química dentro de las instituciones de educación superior y en sus estudios preparatorios. Se identificaron los profesores y los libros de texto que se emplearon en las cátedras, así como las propuestas de creación de nuevos cursos de química. De este modo se hace un recorrido por la trayectoria de los estudios de química a lo largo del siglo XIX y principios del XX, culminando con la creación de la Escuela de Industrias Químicas, la creación de la ingeniería química como profesión en México y la incorporación de los estudios de farmacia a esta escuela. Estos ideales habían estado presentes en la comunidad de ingenieros y farmacéuticos principalmente desde la última década del siglo XIX.

En este sentido el Real Seminario de Minería jugó un papel trascendental en la enseñanza, la investigación y la difusión de la química desde finales del siglo XVIII y fue en esta institución donde se formaron los primeros catedráticos de química de México y donde los estudiantes de las profesiones sanitarias tuvieron la oportunidad de cursar esta disciplina, la cual se hacía indispensable para su profesión pero no estaba incluida en sus estudios obligatorios hasta 1833, cuando se crea el Establecimiento de Ciencias Médicas, posterior Escuela de Medicina. Los médicos y farmacéuticos tuvieron que librar una lucha constante para sostener y consolidar su escuela.

Aún con las carencias y vicisitudes por las que atravesaron las profesiones sanitarias, los médicos y farmacéuticos tuvieron una gran repercusión en la enseñanza de la química en otras instituciones educativas que se fueron creando como la de Agricultura, la de Artes y Oficios, la de Comercio o la Normal, escuelas en las que los farmacéuticos fungieron como los profesores de química, durante el siglo XIX, aunque en el caso de la de agricultura también participaron en la enseñanza de esta disciplina profesores que se formaron en la misma escuela.

De este modo también vemos la importancia del papel desempeñado por Leopoldo Río de la Loza (1807-1876), pues fue quien inauguró los estudios de química en las escuelas de medicina, de agricultura y preparatoria formando a varias generaciones de médicos, farmacéuticos y agrónomos que serían las encargadas de continuar con la labor de la enseñanza y de la investigación de la química en estas instituciones.

En el tercer capítulo se habla sobre algunas instituciones, sociedades y publicaciones científicas que se llevaron a cabo principalmente en el siglo XIX y que tenían algún vínculo con el tema de la química. Aquí se observa que los profesores de química, además de la docencia, también tuvieron interés en crear asociaciones o formar parte de éstas, publicar y

comunicar los resultados de sus investigaciones e impulsar la creación de institutos o secciones en las que se realizaran investigaciones más específicas sobre temas vinculados a la química.

Asimismo, observamos que los ingenieros de minas como los médicos y farmacéuticos fueron quienes promovieron otras actividades que trascendían las funciones docentes, como la investigación, la difusión, y aunque, este trabajo no trata el tema, también el emprendimiento de industrias vinculadas con la química.

Todos estos cambios se dieron en el contexto de lo que la historiografía contemporánea ha llamado la formación del Estado-Nación, el cual fue un proceso lento y complejo que se dio a lo largo del siglo XIX en nuestro país, el cual estuvo marcado por diversos conflictos políticos.

Deseo expresar un profundo agradecimiento a la profesora María de la Paz Ramos Lara por todos estos años en que me ha orientado y permitido formar parte de su grupo académico. Sin su invaluable ayuda y apoyo estos trabajos sobre historia de la química que he realizado de 2008 a la fecha no hubieran sido posibles. Este agradecimiento se extiende a los doctores José Antonio Chamizo y Felipe León Olivares por su acompañamiento académicos todos estos años y sus enriquecedoras pláticas que me han permitido tener una mejor formación en el área de la historia de la química en México. Asimismo, doy gracias a la Dra. Graciela Zamudio y al Dr. Rodrigo Vega por su revisión detallada y exhaustiva del trabajo final y sus comentarios y correcciones. Del mismo modo, expreso mi más sincero reconocimiento a los profesores Gurutzne Etxeberria, Carmén Abellán, Carlos Lenkersdorf (1926-2010), Octavio Reyes Salas, Noé Piedad Sánchez, Sergio Mateos Cortés, Alain Queré, Alejandro Villalobos Hiriart, Ángel Talledos, Ruswaldo Ortega, Francisco Rizo López y Arturo Bazán quienes me han aportado mucho desde el punto de vista académico. Y un

agradecimiento muy especial a la profesora Susana Flores Almazán, quien me permitió formarme como profesor y me orientó durante mis años como estudiante en la Facultad de Química.

Más allá de los aspectos académicos, quisiera reconocer y agradecer a la profesora Bélgica Herrera por su enorme ayuda para transcribir textos de impresos decimonónicos, por todo el apoyo que me ha dado en estos meses y por el gran amor incondicional que me ha brindado. Al profesor, historiador y filósofo Jorge Cervantes quien, sin duda, fue una persona fundamental en este proceso, no solo por su amistad sino por el apoyo material que me brindó y que, por el cual, pude concluir este trabajo. Asimismo, agradezco a Maribel Lazcano, Demian Caballero, Mariana Santacruz, Gabriel Piedad, Alfonso Guzmán, Pepe Villarruel, Gabriela Loyo, Manuel Escareño, Alejandro Juárez, Moisés García, Allan Marruffo, Jairo Cecilio, Marcela Martínez, Marco Miramontes y Cheyko Martínez, quienes a lo largo de varios años me han brindado su confianza y su amistad. Así como al Maestro en Estudios Políticos y Sociales Manuel Ramón Martín Riquelme, quien además me hizo el favor de revisar el trabajo y aportar comentarios y correcciones.

Deseo manifestar también mi gratitud a aquellas personas que en el medio laboral me han facilitado las cosas para que esta investigación pudiera hacerse una realidad. Agradezco a Álvaro Sánchez Beiza las grandes oportunidades que me ha dado. A Fabiola Navarrete por su integridad, su confianza y su ejemplo. A Armando Polina por su amor al trabajo. A Monserrat Raya y a Héctor Hermoso por su comprensión en este proceso y por las concesiones que me otorgaron. A Nancy del Valle por su sencillez y compromiso. A Magdalena Guerrero Tristán por su gran sabiduría, confianza y honestidad y a Rubén Telesforo por ser también un gran ejemplo en el desempeño de su trabajo.

Por último, reconozco y agradezco infinita y sempiternamente a Raquel Méndez Rojas, a Aurora Cordero y a Valeria Cordero. Además, a Guillermo Méndez y a Ángel Méndez.

CAPÍTULO 1

MODERNIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN LA CIUDAD DE MÉXICO EN EL SIGLO XIX

1.1 Instituciones científicas de educación superior en el periodo Colonial

La modernización en México, de acuerdo con Jiménez Castillo, fue un largo y complejo proceso que se inició desde la época colonial con las Reformas Borbónicas, continuando con varios movimientos y guerras civiles (Independencia, Reforma y Revolución, principalmente) en nombre de diversos proyectos de nación que confluyeron en el Porfiriato.¹

De acuerdo con Jürgen Habermas, el concepto de modernización se refiere a una serie de procesos que se van acumulando y que interactúan reforzándose mutuamente, a saber, el desarrollo de fuerzas productivas y el incremento de su productividad; el establecimiento de poderes políticos centralizados y la emergencia de identidades nacionales; el reconocimiento y la publicitación de derechos políticos; la urbanización de la vida; la educación formal; la secularización de las normas y valores, etc.²

De este modo, el concepto de “modernidad” puede ser considerado como un ideal social que está en permanente construcción y que se expresa a través de distintas formas de pensamiento, dando origen a términos que sugieren cambios y transformaciones como las ideas de evolución, progreso, revolución y desarrollo, entre otras, y que funcionan como una forma de oposición a situaciones que hacen contraste entre pasado y presente. Así, continúa Jiménez Castillo, se tiene “...la creencia de que el conocimiento técnico y las formas de

¹ Jiménez Castillo J. (2007). *El discurso político de la modernización* (Tesis de doctorado). Universidad Veracruzana, p. 1.

² Habermas, citado por Jiménez Castillo, *op. cit.*, p. 2.

organización basadas en los ideales de igualdad y libertad... permitirán, en un sentido fundamental, por medio de la razón y la ciencia, la construcción de un mundo mejor...”.³

En la Nueva España, a lo largo de los años se fundaron diversos centros de educación superior llamados Colegios de Estudios Mayores o, en algunos casos, Colegios Universitarios. Cada una de estas instituciones tiene su propia historia y tuvo sus propias razones de ser. Aunque la época Colonial no es el objetivo de este trabajo, se presenta un cuadro resumen con la información de las instituciones de educación superior en la Ciudad de México (cuadro 1.1), porque en algunos casos siguieron funcionando en la época del México Independiente y tuvieron cierta repercusión en la enseñanza de la química a nivel superior y preparatorio en México.

Algunos de los científicos y pensadores mexicanos de la época novohispana fueron egresados de este tipo de instituciones, por ejemplo, Carlos de Sigüenza y Góngora (1645-1700) y Fray Diego Rodríguez (1596-1668) estudiaron en la Real y Pontificia Universidad de México; Francisco Javier Clavijero (1731-1787) estudió en los Colegios de San Jerónimo y de San Ignacio; José Ignacio Bartolache (1739-1790), en el Colegio de San Ildefonso y en el Seminario Tridentino; José Antonio de Alzate (1737-1799) también lo hizo en San Ildefonso; Joaquín Velázquez de León (1732-1786) en el Colegio Seminario de México, etc.

En el año de 1787 se expidió una Real Orden con el propósito de enviar una expedición que se encargara de examinar, dibujar y describir las “producciones naturales” de Nueva España cuyo fin era tanto promover las ciencias físicas y combatir las adulteraciones de medicinas y tinturas así como de perfeccionar el estado de las ciencias naturales.⁴

³ *Ibidem*, p. 35.

⁴ Zamudio, G. (1993). “Las expediciones botánicas a América”. *Ciencias*, 29, p. 49.

Cuadro 1.1. La Educación Superior en Nueva España

Institución	Año de inauguración	Carreras o títulos que se expedían o estudios que se cursaban durante la Colonia	Año de desaparición
Colegio Imperial de Santa Cruz de Santiago Tlatelolco	1537	Originalmente se concibió para formar clérigos indígenas. Sin embargo, se decretó que los indígenas no podían ser sacerdotes y quedó en estudios de humanidades que incluía lógica, historia, literatura, filosofía, teología, retórica y gramática latina. Sahagún menciona que también se estudiaba medicina (no obstante, no se expedían títulos de esta profesión).	ca. 1660
Real y Pontificia Universidad de México	1553	Se otorgaban los grados de Bachiller, Licenciado y Doctor en las Facultades de Teología, Cánones Leyes, Artes y Medicina (ésta última desde 1578). Para Artes y Teología también se otorgaba el grado de Maestro.	1865
Colegio Mayor de Santa María de Todos los Santos	1573	Teología, Derecho, Medicina y Filosofía. Los estudiantes tenían que graduarse en la Universidad.	1833
Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo	1574	Con permiso papal a la Compañía de Jesús podía otorgar los mismos grados teológicos que las universidades pontificias con las Facultades Mayores de Artes y Teología. Se daba el nombre de artes al estudio de la Filosofía que incluía la Lógica, la Metafísica y la Física (Cosmología y las otras ciencias naturales).	1767
Colegio Seminario de México	1592	Bachiller en Filosofía (los estudios se continuaban en la Universidad)	n.d.
Colegio de San Ildefonso	1618	Jurisprudencia y Ciencias Eclesiásticas (durante la época Colonial los estudios se completaban en la Universidad).	1867
Colegio de Comendadores de San Ramón Nonato	1654	Derecho (durante la época Colonial los estudios se completaban en la Universidad).	n.d.
Colegio de Cirugía	1770	Anatomía Práctica y Operaciones de Cirugía	Se integró al Establecimiento de Ciencias Médicas en 1833
Hospital de San Andrés	1779	En 1805 se estableció la cátedra de clínica médica para los estudiantes de medicina y de cirugía	Fue sustituido por el Hospital General en 1905
Academia de las Nobles Artes de San Carlos	1785	Pintura, Escultura y Arquitectura Podía expedir el título de Agrimensor	Actual Facultad de Artes y Diseño de la UNAM
Jardín Botánico	1788	Botánica	En 1843 se anexa al Colegio de Minería
Seminario de Minería	1792	Perito Facultativo de Minas	Actual Facultad de Ingeniería de la UNAM

Fuente: elaboración propia con datos de Alberro (2014), Becerra López (1963), Díaz y de Ovando (1974), Espinosa Sánchez (1997), Flores Padilla e Hidalgo Pego (2010), Galván Lafarga (2000), Gonzalbo Aizpuru (1990), Larroyo (1947), Orozco Hernández (1993), Pérez Puente (2000), Ramírez González (1993), Ramírez Ortega (2010), Ramos Lara (2007), Rivera Cambas (1882), Rodríguez (2008), Rodríguez Camarena (2010), Sánchez Vázquez (2002), Viesca Treviño (2001) y Zamudio (2002).

Ese mismo año llegó a Nueva España la Real Expedición Botánica con el propósito de institucionalizar la botánica e impulsar un nuevo tipo de saber y práctica farmacéutica en este virreinato. Esta expedición estuvo integrada por un grupo de peninsulares. El médico Martín de Sessé (1751-1808) encabezaba la expedición y lo acompañaron Vicente Cervantes, el botánico Juan del Castillo, el farmacéutico Jaime Senseve y el naturalista José Longinos. A ellos se les unieron los novohispanos Atanasio Echeverría y Francisco de la Cerda como dibujantes, el médico José Mariano Mociño (1757-1820) y el cirujano José Maldonado.⁵

Al año siguiente, en mayo de 1788, se fundó el Real Jardín Botánico. Esta institución se instaló de manera provisional en el Palacio Virreinal. En el plan preparado por el español Casimiro Gómez Ortega (1741-1818) para los estudios botánicos, se ordenaba seguir el método de nomenclatura de Carlos Linneo y una enseñanza teórico-práctica basada en el *Curso elemental de botánica* de Gómez Ortega, publicada en Madrid en 1785 y reimpressa en Nueva España en 1788. Este texto también se empleaba en el Real Jardín de Madrid. En esta obra todavía se habla de los cuatro elementos aristotélicos, es decir, fuego, aire, agua y tierra, y se denominaban los compuestos químicos sin emplear la nueva nomenclatura de Lavoisier, Morveau, Berthollet y Fourcroy.⁶

Las actividades que llevaron a cabo los expedicionarios estaban controladas por las autoridades virreinales, a quienes tenían que mantener al tanto de las localidades exploradas, el tiempo estimado de colecta de especímenes de plantas y los resultados obtenidos.⁷ Como

⁵ Aceves, P. (2004). “La renovación de la Farmacia en la Nueva España a finales del periodo colonial”. *An. R. Acad. Nac. Farm.*, 70, p. 129.

⁶ Aceves, P. (1989). *La difusión de la química en el Real Jardín Botánico de la Ciudad de México* (Tesis de Maestría). UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, México, p. 160.

⁷ Zamudio, G. (1993). *op. cit.*, p. 50.

ha mencionado Vega y Ortega, la sistematización del reino vegetal era parte de los ideales ilustrados de ordenar el mundo natural con criterios racionales.⁸

Chamizo explica que este ideal es una de las formas de acceder al conocimiento identificados por el historiador John V. Pickstone, denominada “historia natural” o “taxonomía” y que está presente en otras disciplinas aparte de la botánica:

La historia natural que se refiere a una primera clasificación de los componentes del mundo. Comprende la variedad de objetos naturales o artificiales, normales o patológicos. Es el espacio de las taxonomías: celestes, geológicas o biológicas y del lugar donde se vuelven públicas, los jardines botánicos, los zoológicos y los grandes museos de ciencias.⁹

Los jardines botánicos europeos habían surgido como un medio para el estudio y la comprensión de las plantas. El concepto de jardín, como el lugar delimitado, protegido y organizado se remonta a culturas antiguas como las surgidas en el Antiguo Egipto, en Persia, en Grecia y en Roma. En la Edad Media, esos conceptos sirvieron como base para el surgimiento de los *hortus conclusus*, es decir los jardines amurallados de los monasterios donde se cultivaban plantas medicinales.¹⁰

En el Renacimiento, las plantas se convirtieron en temas para ser estudiados y publicados. En los siglos XVI y XVII, los jardines botánicos de Europa occidental se convirtieron en lugares para completar la formación de los estudiantes de medicina y farmacia. La necesidad de enseñar a estos estudiantes cómo distinguir entre plantas medicinales y plantas venenosas llevó al profesor de botánica, Francesco Bonafede (1474-1558), a proponer la creación del Jardín Botánico de Padua en 1545. El primer curador de

⁸ Vega y Ortega, R. (2018). *El Jardín Botánico de la Ciudad de México. En la primera mitad del siglo XIX*. México, Jalisco: Universidad de Guadalajara y Centro Universitario de los Lagos.

⁹ Chamizo, J. (2009). “Filosofía de la química: I. Sobre el método y los modelos”. *Educación Química*, 20 (1), p. 7.

¹⁰ Rakow, D. y Lee, S. (2015). “Western botanical gardens: history and evolution”. *Horticultural Reviews*, 43, p. 269.

esta institución fue uno de los primeros viajeros que se dedicó a la recolección de plantas por toda Europa. Posteriormente se fundaron otros jardines botánicos en Leiden (1590), Montpellier (1593) y París (1635).

La importación de nuevas especies vegetales tanto desde el Continente Americano como de Oriente propició renovaciones en las funciones del jardín europeo. El encuentro de los dos mundos descubrió a la cultura europea una civilización como la mexicana que tenía conocimientos agrícolas bastante avanzados y jardines muy bien organizados que contenían plantas ornamentales, aromáticas y medicinales y se encontraban cerca de Tenochtitlán, Chapultepec, Iztapalapa, El Peñón, Texcoco y Oaxtepec.

Para Rakow y Lee este descubrimiento de una gran variedad de nuevas especies fue crucial para que se formara una comunidad de estudiosos cuyos miembros estaban interesados en el conocimiento de las plantas en sí en lugar de buscar su utilidad. De este modo la botánica se separó de la medicina y de la farmacia como una ciencia independiente.¹¹

En España se fundó en 1755 el Real Jardín Botánico por real orden de Fernando VI (1713-1759), en la huerta de Migas Calientes, a orillas del río Manzanares. Durante los primeros años de esta institución los profesores del Jardín se dedicaron a formar las colecciones necesarias para la investigación y la enseñanza. En 1774 Carlos III (1716-1788) dio la orden de trasladarlo al nuevo Prado Viejo de Atocha en Madrid.¹²

¹¹ Rakow, D. y Lee, S. (2015). *op. cit.*, p. 276.

¹² García Guillén, E. (2013). "Los jardines botánicos como centros de difusión y conservación de las colecciones de Historia Natural: el caso del Real Jardín Botánico de Madrid". *Memorias R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 11, pp. 28 y 29.

Así, los jardines botánicos hicieron más extensos los objetivos del coleccionismo científico, que paralelamente a otras instituciones ilustradas como los museos, mapotecas y gabinetes, daban a conocer al público el orden del mundo.¹³

En cada jardín botánico, el director era el responsable de coleccionar las plantas y mantenerlas en buen estado, así como de intercambiar semillas de diferentes especies con otros jardines del mundo y realizar estudios anatómicos de las especies menos conocidas y, en la medida de lo posible, encontrar sus usos. Él mismo fungía como el catedrático de botánica, cuyas enseñanzas incluían la contemplación del reino vegetal, la valoración de la utilidad de las plantas y su aclimatación a nuevos ámbitos geográficos, entre otras.¹⁴ En México el encargado del jardín botánico desde su inauguración hasta 1829 fue el médico y botánico español Vicente Cervantes Mendo (1755-1829).

Otro de los ramos que recibió el apoyo estatal durante el régimen borbónico fue la minería. Durante la segunda mitad del siglo XVIII, en algunos lugares de Europa del Este se crearon academias de minas. En varios lugares de este continente, los recursos naturales subterráneos eran propiedad del Estado. Guagnini menciona que el objetivo principal de estas academias era formar a los funcionarios que dirigieran las empresas mineras estatales.¹⁵

Las primeras academias que se crearon fueron la de Schemnitz (1763),¹⁶ la de Freiberg (1765) y la de Berlín (1770). Los cursos en estas escuelas incluían geometría, hidráulica, técnicas mineras y química. Esta formación se complementaba con prácticas de laboratorio y visitas a las minas.¹⁷ Tomando como modelo estas escuelas, en otras ciudades

¹³ Vega y Ortega, R. (2018). *op. cit.*.

¹⁴ *Ídem*

¹⁵ Guagnini, A. (1994). "Technology". *A history of the university in Europe. Vol. III. Universities in the nineteenth and early twentieth centuries (1800-1945)*. Walter Rüegg (editor). Cambridge: Cambridge University Press, p. 597.

¹⁶ Algunos autores datan el comienzo de la academia de Schemnitz en 1770.

¹⁷ Guagnini, A. (1994). *op. cit.*, p. 598.

de Europa se establecieron otras instituciones dedicadas a los estudios de minería. Tales fueron los casos de San Petersburgo (1773), Clausthal (1775), Almadén (1777) y París (1783).¹⁸

Dentro de los planes sobre el desarrollo minero surgidos en Nueva España, diseñados por pensadores ilustrados, se insistía en que uno de los mayores problemas de esta industria era la falta de personas instruidas. Para ellos la ignorancia y los errores de planificación obstaculizaban e incrementaban los costos de producción. Además, para cumplir con los informes que por ley tenían que presentar los mineros, era necesario tener conocimientos, al menos, sobre las características físicas y geográficas de las minas.

Entre las personas que hicieron notar esta problemática se encontraba Francisco Javier de Gamboa (1717-1794), quien estudió en el Colegio de San Juan Bautista de Guadalajara.¹⁹ Gamboa en su obra *Comentarios a las Ordenanzas de Minería* de 1761, planteó una serie de dificultades y vicios que habían provocado la decadencia de la actividad minera para lo cual propuso, entre otras cosas, el mejoramiento de la situación jurídica y económica de la minería, así como el combate a la ignorancia técnica en la extracción de minerales.²⁰

Otro caso se dio en 1771, cuando el minero y corregidor de Tlancalán, Miguel Pacheco Solís (1735-1820), manifestó su preocupación por la falta de instrucción entre los mineros. Pacheco Solís le envió al Rey un largo discurso en el que pretendía comprometer a la corona en la tarea de profesionalizar a la clase minera y difundir entre el gremio una

¹⁸ Vaccari, E. (1998). "Mining Academies". *Sciences of the Earth: an encyclopedia of events, people and phenomena*. Gregory A. Good (editor). Nueva York: Garland, p. 586.

¹⁹ "Don Francisco Javier Gamboa" (2 de noviembre de 1899). *El Minero Mexicano XXXV*, (18), p. 209.

²⁰ Flores Clair E. (1999). "El Colegio de Minería: Una institución ilustrada en el siglo XVIII novohispano". *Estudios de Historia Novohispana*, 20, p. 34.

bibliografía mínima con el fin de ilustrar a los mineros sobre su oficio y sobre las técnicas más apropiadas para la extracción. La propuesta incluía un proyecto para la formación de una compañía que se encargara de todos estos aspectos, no obstante, ésta no prosperó.²¹

Posteriormente, Joaquín Velázquez de León (1732-1786)²² y Juan Lucas de Lassaga (¿-1786),²³ quienes fungían como apoderados del gremio minero, presentaron un plan de reorganización para la industria minera. En 1774, enviaron al Rey una serie de peticiones a través del escrito conocido como *Representación que a nombre de la minería de la Nueva España hacen al rey nuestro señor los apoderados de ella*. Entre éstas, destacan la creación del Real Tribunal de Minería, el Colegio de Minería y el Banco de Avíos, y otras reformas importantes para impulsar este ramo productivo.²⁴ En este escrito, los autores expresan los conocimientos que debían poseer las personas dedicadas al ramo de la minería:

El saber labrar una Mina, logrando todo lo que tiene de útil: facilitar siempre la respiración, dejando en su firmeza, ó fortificando la montaña: seguir la dirección de una veta que se emborrasca, ó se extravía: trazar un tiro, un socabón, ó contramina; y sobre todo extraer las aguas subterráneas, el metal y las materias que lo acompañan, de grandes profundidades y á poco costo: es un negocio lleno de dificultad, que solo deja vencerse por medio de un serio estudio de la Geometría Práctica, la Estática, la Maquinaria, y la Hidráulica; y á mas de esto de una larga, advertida, y sagaz experiencia en la

²¹ Álvarez Nieves R. (2003). “De bancos y fracasos: tres ejemplos para el caso mexicano, 1774-1837”. *Boletín del Archivo General de la Nación*, 3, p. 84

²² Joaquín Cárdenas Velázquez de León nació en la ciudad de México en 1732 y era descendiente de Diego Velázquez, quien fuera gobernador de Cuba y rival de Hernán Cortés en el siglo XVI. Estudió derecho en la Real Universidad de México e hizo observaciones astronómicas. Ramírez, S. (1888). *Estudio biográfico del señor don Joaquín Velázquez Cárdenas y León primer director general de minería*. México: Imprenta del Gobierno en el ExArzobispado, pp. 8-13.

²³ Juan Lucas de Lassaga fue regidor perpetuo de la Ciudad de México y Juez Contador de Mineros y Albaceazgos. Rivera Cambas, M. (1880). *México pintoresco, artístico y monumental. Vistas, descripción, anécdotas y episodios de los lugares más notables de la capital y de los estados, aún de las poblaciones cortas, pero de importancia geográfica o histórica*. México: Imprenta de la Reforma Perpetua, p. 436.

²⁴ Ramos Lara M. (2007). “El Colegio de Minería, La Escuela Nacional de Ingenieros y su proyección en otras instituciones educativas de la ciudad de México (siglo XIX)”. En Ramos Lara M. y Rodríguez Benítez R. (coordinadores). *Formación de Ingenieros en el México del siglo XIX*. México, D.F.: UNAM-CEIICH, UAS-Facultad de Historia, p. 24.

Minería. Sin estos auxilios no podrán conseguirse en la materia ningunos conocimientos seguros. ¿Y qué diremos del beneficio de los Metales, esto es, del proceso de operaciones, con que se separan de las piedras y tierra inútil, hasta reducirse á aquel estado, en que hacemos uso de ellos? Esta es una ciencia, que no cede en dificultad á ninguna otra de las naturales y prácticas. En todos tiempos y Naciones se ha estimado por hija de la Física experimental, y Madre de la Química.²⁵

La intención de Lassaga y Velázquez de León era formar personas con los conocimientos suficientes para mejorar el estado de la minería en la Nueva España, bajo el título de peritos facultativos, y con ello lograr una mayor producción de calidad a un costo más bajo. Para este fin, el proyectado colegio debería estar a cargo de profesores que enseñaran matemáticas, física, química, mineralogía y dibujo, a semejanza de las academias europeas. Los peritos egresados serían empleados en las minas aviadas por el banco,²⁶ pues “...en cada Real de Minas debía haber un perito facultativo, y bajo la dirección de este habían de hacer su práctica los jóvenes...”²⁷

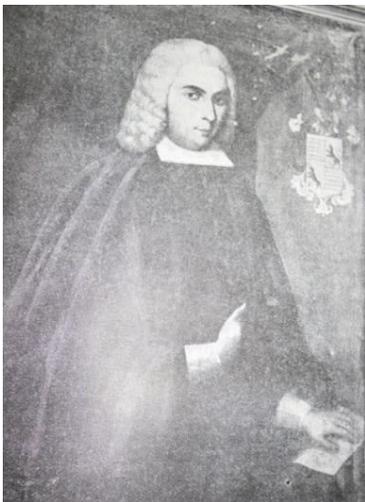


Figura 1. Francisco Javier de Gamboa
El Minero Mexicano, 1899

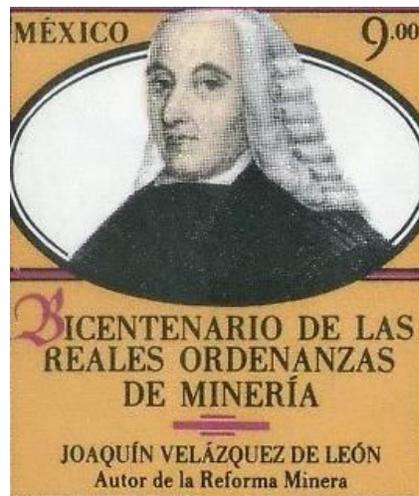


Figura 2. Joaquín Velázquez de León

²⁵ Lassaga, J. y Velázquez de León, J. (1979). *Representación que a nombre de la minería de esta Nueva España hacen al rey nuestro señor los apoderados de ella*. (Edición Facsimilar.) México: UNAM-Sociedad de Ex Alumnos de la Facultad de Ingeniería, pp. 35 y 36.

²⁶ Rivera Cambas, M. (1880). *op. cit.*, p. 438

²⁷ Ramírez, S. (8 de enero de 1874). “La Escuela Práctica de Minas (I)”. *El Minero Mexicano* I, 40, p.3.

El 1º de julio de 1776 se expidió la Real Cédula en la que se establecía formalmente el gremio de mineros con el nombre de Real Tribunal de la Minería. Esta corporación tenía como una de sus principales metas conformar una escuela cuya enseñanza estuviera sustentada en los métodos científicos vigentes en aquella época.

La propuesta de creación de la escuela de minas fue sometida a revisión por “ministros de acreditado celo y probidad”, quienes establecieron las bases para la formación del Real Seminario de Minería. En el título XVIII de las Nuevas Ordenanzas de Minería se ordenó la creación del Colegio.²⁸

El director general del Tribunal también se encargaría de la dirección del Colegio. Él tenía la obligación de dar seguimiento a los planes de estudio y vigilar a la comunidad académica. Los catedráticos estaban agrupados en tres categorías: profesores de ciencias, maestros de artes y eclesiásticos. Los alumnos estaban divididos también en tres grupos, aquellos que estaban becados completamente, los que poseían media beca, y los externos, que podían ser estudiantes de otras instituciones que solamente acudían al Colegio de Minería a tomar algún curso.²⁹

Antes de que pudiera llevarse a cabo la inauguración del colegio, el director del Tribunal, Joaquín Velázquez de León, murió en marzo de 1786, un mes después de la muerte del administrador Juan Lucas de Lassaga.³⁰ Ese mismo año, al quedar acéfalo el cargo de director, el científico logroñés Fausto Delhuyar (1755-1833), fue nombrado por el Rey, director general del Real Tribunal de la Minería de Nueva España.³¹ Con este nombramiento, la Corona pasó por alto las Ordenanzas que estipulaban que los mineros novohispanos tenían

²⁸ Flores Clair, E. (1999). *op. cit.*, p. 36

²⁹ *Ídem*

³⁰ *Ibidem*, p. 38.

³¹ AGN. Reales Cédulas Originales, 1786, vol. 134, exp. 135, f. 262.

el derecho de elegir con toda libertad a la persona que desempeñaría ese cargo³² y a pesar de que hubo cierta oposición al nombramiento finalmente los mineros solicitaron la designación de cargo vitalicio para Delhuyar.³³

Fausto Delhuyar y Lubice nació en Logroño, España, en 1755. Entre 1772 y 1777, él y su hermano el mineralogista Juan José Delhuyar (1754-1796),³⁴ estudiaron química en París con Hilaire-Marin Rouelle (1718-1779)³⁵ y con Jean D'Arcet (1725-1801).³⁶ En 1778, los hermanos Delhuyar iniciaron sus estudios en la Academia de Freiberg.³⁷

Fausto Delhuyar regresó a su patria en 1781 y se incorporó a las cátedras de mineralogía, de metalurgia y de ciencias subterráneas en el Real Seminario de Vergara.³⁸ Posteriormente, cuando Juan José regresó de Suecia, ambos descubrieron y aislaron el elemento volframio, a partir del mineral volframita, en el laboratorio de química del Seminario de Vergara. Este descubrimiento fue registrado en la memoria intitulada *Análisis Química del volfram, y examen de un nuevo metal*.³⁹ Gracias a este descubrimiento, los

³² Flores Clair, E. (1999). *loc. cit.*

³³ Arnáiz y Freg, A. (1970). "D. Fausto de Elhuyar y de Zubice, y don Andrés Manuel del Río, catedráticos del Real Seminario de Minería de México y descubridores del tungsteno y del vanadio, respectivamente". *La minería hispana e iberoamericana*, p. 699.

³⁴ López de Azcona, J. (1992). *Minería Iberoamericana. Repertorio bibliográfico y biográfico. Volumen III. Biografías mineras 1492-1892*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, p. 179.

³⁵ López Piñero, J. (1983). *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*. Tomo I. Barcelona: Ediciones Península, p. 296.

³⁶ Castillo Martos, M. (2005). *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, p. 140.

³⁷ Escamilla González, F. (2004). "Luis Fernando Lindner (Schemnitz, ca. 1763 México, 1805): catedrático de química y metalurgia del Real Seminario de México". *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas* 41, pp. 167 y 168.

³⁸ Torales Pacheco, M. (2003). "Apuntes para el estudio de la presencia de la Ilustración alemana en México" *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas* 40, p. 127.

³⁹ Independientemente del descubrimiento de los hermanos Delhuyar, en 1781, Carl Wilhelm Scheele, hizo reaccionar ácido nítrico con el mineral tungstene (de las raíces suecas *tung*: pesado y *sten*: piedra), con lo cual obtuvo una sustancia blanca muy parecida al ácido molibídico. Scheele logró mostrar que la sustancia que obtuvo era diferente al ácido molibídico por lo cual se le reconoció como el descubridor de un nuevo elemento químico, el tungsteno que resultó ser el mismo elemento que el volframio. Actualmente se le denomina tungsteno, pero su símbolo es W, el cual proviene del nombre wolframio que le dieron los hermanos Delhuyar. Trifonov, D. N. y V. D. Trifonov. (1990). *Cómo fueron descubiertos los elementos químicos*. Moscú: Mir, p. 67.

hermanos Delhuyar fueron admitidos como miembros en varias sociedades científicas europeas.⁴⁰

En Vergara, Fausto Delhuyar mejoró los planes de estudio, para lo cual tomó en cuenta sus observaciones y experiencias en Freiberg y sus viajes en diversas ciudades europeas. Torales Pacheco opina que esta planificación y diseño curricular le habría de servir más tarde para definir el plan de estudios del Real Seminario de Minería de Nueva España.⁴¹

Delhuyar arribó a Nueva España el 14 de agosto de 1788, y tomó posesión del cargo de Director General de Minería en septiembre de ese mismo año.⁴² La dirección interina del Real Tribunal en el periodo comprendido entre la muerte de Velázquez de León y la llegada de Delhuyar, fue ocupado por un minero originario de la Ciudad de México llamado Juan Eugenio de Santelises (también escrito como Santelices) (1733-1794).⁴³ Delhuyar llegó junto con un grupo de once ingenieros y metalurgistas europeos (alemanes en su mayoría): Federico Sonneschmidt, Francisco Fischer, Luis Lindner, Carlos Gotlieb Weinhold, Juan Gotfried Vogel, Juan Samuel Suhr, Juan Samuel Schröder, Carlos Gotlieb Schröder, Juan Cristof Schröder, Juan Gotfried Adler y Carlos Gotfried Weinhold.⁴⁴ Esta comisión fue enviada por la Corona de manera oficial para introducir nuevas técnicas europeas de beneficio de metales o para mejorar las ya existentes.⁴⁵

⁴⁰ Palacios Remondo, J. (1992). *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, p. 213.

⁴¹ Torales Pacheco, M. (2003). *op. cit.*, p. 129.

⁴² Ramírez, S. (1890). *Datos para la historia del Colegio de Minería. Recogidos y compilados bajo la forma de efemérides*. México: Imprenta del Gobierno Federal en el Ex-arzobispado, p. 56.

⁴³ De León Meza, R. (2007). "Ideas y lecturas de un minero ilustrado del siglo XVIII". *Boletín del Archivo General de la Nación* 19, p. 131.

⁴⁴ Trabulse E. (1994). *Ciencia y tecnología en el Nuevo Mundo*. México: El Colegio de México-Fideicomiso Historia de las Américas-FCE, p. 219.

⁴⁵ En las dos últimas décadas del siglo XVIII, la Corona española en sus intentos por mejorar la minería en América, emitió y propuso diversas medidas, de las cuales ocupó un lugar relevante el proyecto de enviar cuatro grupos de técnicos y beneficiadores alemanes a Nueva España, Nueva Granada, Perú y Chile. Esos cuatro grupos se redujeron a dos, de los cuales el primero iría a Nueva España encabezado por Fausto Delhuyar y el

La Corona consideró que los problemas relacionados con el beneficio podían mejorarse con una técnica moderna y precisa como la descrita en la obra metalúrgica del barón Ignaz von Börn (1742-1791) publicada en 1786⁴⁶ denominada método de beneficio por barriles.⁴⁷ En febrero de 1786, en comisión oficial, Fausto Delhuyar partió hacia Viena con el fin de estudiar la innovación de Börn, llevando con él a Andrés del Río y a Josef Ricarte.⁴⁸ Delhuyar realizó experiencias sobre la amalgamación, cuyos resultados se publicaron en España y Alemania en una serie de *Disertaciones metalúrgicas*. No obstante, el método de Börn resultó inoperante en tierras novohispanas, por lo que se siguió empleando el tradicional método de beneficio de patio.⁴⁹

segundo a Nueva Granada, Perú y Chile encabezado por Timoteo de Nordenflycht. Trabulse E. (1994). *op. cit.*, p. 159.

⁴⁶ *Ibidem*, p. 218.

⁴⁷ Escamilla González, F. (2007). “Un metalurgista germano en Guanajuato y Michoacán: las cartas de Franz Fischer (ca. 1757-ca. 1814) a Ignaz von Born (1789-1790)”. *Boletín del Archivo General de la Nación* 19, p. 98

⁴⁸ Pelayo, F. y Rebok S. (2004). “Un discípulo español de Alexander von Humboldt en la Bergakademie de Freiberg: Josef Ricarte y su informe sobre el método de amalgamación de Born (1788)”. *Asclepio* LVI, 2, pp. 91 y 92.

⁴⁹ Como lo ha mencionado Elías Trabulse, al menos en América el método de Börn no resultaba tan novedoso como se pretendía pues solamente era una variante perfeccionada del *método de cazo* inventado por Alonso de Barba en Perú hacia más de 150 años. Incluso el tesorero de la Real Casa de Moneda de Guatemala, Juan de Macías y Dábalos, había propuesto una innovación bastante parecida a la de Börn pero catorce años antes, en un escrito de 1772 intitulado *Nueva Machina*. La diferencia es que Macías y Dábalos proponía hacer un lavado del mineral en barriles antes de someterlo a la amalgamación para hacerla más eficiente, mientras que en el método de Börn la amalgamación misma se hacía en los barriles. Humboldt, conocedor del método de Börn, fue una de las personas que manifestó su ineficacia en México. Además, Antonio Bataller, quien sería catedrático de física en el Colegio de Minería, afirmó que los más aventajados ensayadores europeos nada tenían que enseñar a los de Nueva España y después de revisar la traducción al español de Casimiro Gómez de Ortega de un libro de un Profesor Real de Mineralogía Docimástica en la Real Casa de Moneda de París llamado Mr. Sage, intitulado *El Arte de Ensayar Oro y Plata*, hizo un cotejo entre lo que se describía en el libro de Sage y lo que se practicaba en América. En este estudio de ochenta y dos páginas reafirmó lo anterior manifestando que: “...Por este cotejo y reconocimiento vengo a convencer que, en las operaciones de Ensaye, y de Apartado, casi nada hay que mejorar en América, de lo que se práctica en Francia y Alemania”. A su vez, Federico Sonnenschmidt, publicó en 1805 el *Tratado de la amalgamación de Nueva España*, con el propósito de difundir el método de beneficio de patio en Europa e ilustrar a los mineros y a los alumnos del Colegio de Minería en el estudio y la operación de esta técnica. En México, solamente hasta la última década del siglo XIX el método de beneficio de patio se comenzó a sustituir de forma gradual por el método de cianuración. Semo, E. (1983). *Historia del capitalismo en México*. 12ª ed. México: ERA, p. 43; Carreño, A. (1995). “Notas y comentarios”. *Compendio de la Historia de la Real Hacienda de la Nueva España por Joaquín Maniau y Torquemada*. México: UNAM-Instituto de Investigaciones Jurídicas, pp. 120 y 121 y Matamala Vivanco, J. “Noticia sobre una máquina para beneficiar metales en el siglo XVIII”. *International Symposium of Mining Cultural Heritage*

El 1º de enero de 1792 se inauguró el Real Seminario de Minería de la Nueva España. El Colegio funcionó primero en un inmueble arrendado por Velázquez de León antes de su muerte en la calle de Hospicio de San Nicolás, (ahora calle de República de Guatemala número 90), hasta el traslado al edificio definitivo conocido actualmente como Palacio de Minería en la calle de Tacuba (en aquel entonces calle de San Francisco), en el Centro Histórico. En ese inmueble se instalaron el Colegio de Minería y el Real Tribunal.⁵⁰



Figura 3. Placa conmemorativa del sesquicentenario del Real Seminario de Minería. República de Guatemala 90. Centro Histórico. Fotografía del autor

Como se mencionó anteriormente, el Colegio de Minería fue concebido, principalmente, para instruir a las personas que mejorarían el estado de la minería de la Nueva España. La enseñanza dentro de éste se sustentaba en la enseñanza de las ciencias, particularmente matemáticas, física, química y mineralogía.⁵¹ Así, “...el Colegio de Minería se convirtió en la primera institución de educación superior de carácter técnico-científica totalmente alejada de la tradicional educación escolástica.”⁵² En 1803, Alexander von Humboldt escribió:

and Earth Sciences: Libraries, Archives and Museums, Ciudad de México y Real del Monte, Pachuca, 29 de agosto de 2011.

⁵⁰ Izquierdo, J. (1958). *La primera casa de las ciencias en México: El Real Seminario de Minería (1792-1811)*, México: Ediciones Ciencia, p. 19.

⁵¹ Ramos Lara M. (2007). *op. cit.*, p. 21.

⁵² Ramos Lara, M. (2005). “De la física de carácter ingenieril a la creación de la primera profesión de física en México”. *Revista Mexicana de Física* 51, 2, p.138.

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*.⁵³

Las clases formales de la carrera de Perito facultativo de minas⁵⁴ se iniciaron en marzo de 1792. Los requisitos para ingresar al Colegio eran que los alumnos deberían tener entre 14 y 25 años, dominar las primeras letras y la aritmética y ser hijos o parientes cercanos de mineros establecidos sin importar si eran criollos, mestizos o indios.⁵⁵

Dentro del plan de estudios, el primer año era dedicado a matemáticas; el segundo a física; el tercero a química y el cuarto a mineralogía; además se impartían cursos complementarios como dibujo (dos años), delineación (tres años), gramática castellana y francesa (tres años), los cuales se desarrollaban paralelamente a los fundamentales.⁵⁶

Para la selección de los profesores de las asignaturas principales, Fausto Delhuyar nombró exclusivamente a personas formadas en Europa: Andrés José Rodríguez, quien estudió en la Academia de San Fernando en Madrid y en las minas de Almadén, para la cátedra de matemáticas;⁵⁷ Francisco Antonio Bataller, quien fue alumno del Colegio de Reales Estudios de San Isidro en Madrid y catedrático de matemáticas en el mismo, para la de física experimental; Luis Lindner, quien hizo estudios en la Escuela de Medicina en Viena, para la de química;⁵⁸ y Andrés Manuel del Río (1764-1849), quien se formó en Almadén, en

⁵³ Humboldt, A. (1966). *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España*. Estudio preliminar, notas y anexos de Juan A. Ortega y Medina. México: Porrúa, p. 79.

⁵⁴ Ramos Lara, M. (2007). *op. cit.*, p. 24.

⁵⁵ Castera, J. (14 de agosto de 1841). "Colegio de Minería. Noticias sobre su origen y erección (primera parte)". *El Mosaico Mexicano*, VI, 7, p. 146.

⁵⁶ Posteriormente, en 1804, la cátedra de matemáticas fue impartida en dos cursos. Ramos Lara, M. (1996). *Historia de la física en México en el siglo XIX: los casos del Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros*. (Tesis de Doctorado). UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, p. 197.

⁵⁷ Escamilla González, (2004), p. 174.

⁵⁸ Escamilla González, *op. cit.*, p. 169.

el *Collège de France* y en las academias de Freiberg y de Schemnitz, para la de mineralogía.⁵⁹

Posteriormente Delhuyar "...creó la categoría de ayudantes de clase, cuya obligación consistía en auxiliar a los catedráticos en la preparación y ejecución de los experimentos, repasar las lecciones a los alumnos, y el resto del tiempo dedicarlo al estudio y preparación individual dentro de la biblioteca con el objeto de suplir al profesor en caso de ausencia."⁶⁰

Así, algunos egresados o estudiantes del Colegio de Minería sustituyeron a profesores europeos⁶¹ por diversas causas:

... cuando en 1800 murió el catedrático de física Francisco Antonio Bataller en su lugar quedó Salvador Sein quien enfermó poco tiempo después sucediéndolo el alumno del colegio Juan José de Oteyza; en 1803 murió el profesor de matemáticas Andrés José Rodríguez y quedó en su lugar Manuel Ruiz de Tejada para el primer curso y Oteyza para el segundo. En 1805 Manuel Cotero sustituyó por enfermedad a Luis Lindner, catedrático de química y en 1806 Juan Arezorena sustituyó por varios años (1806-1809) a [Andrés] Manuel del Río, catedrático de mineralogía, debido a que fue comisionado para establecer una herrería en Coalcomán, Michoacán.⁶²

Algunos hechos que precedieron al movimiento de Independencia, iniciado en 1810, y la misma guerra, produjeron una interrupción en la vida del Colegio. Algunos egresados apoyaron e incluso tuvieron una participación decisiva dentro de la lucha. Algunos de ellos

⁵⁹ Castillo Martos, *op. cit.*, pp. 197-199, y Rubinovich Kogan, R. (1992). "Andrés Manuel del Río y sus Elementos de Oricognosia". *Elementos de Oricognosia 1795-1805 (Edición Facsimilar)*. Por Andrés Manuel del Río. México: UNAM-Instituto de Geología-Facultad de Química-Facultad de Ingeniería-SEFI, pp. 8-10

⁶⁰ Ramos Lara, M. (2007). "El Colegio de Minería, La Escuela Nacional de Ingenieros y su proyección en otras instituciones educativas de la ciudad de México (siglo XIX)". En Ramos Lara M. y Rodríguez Benítez R. (coordinadores). *Formación de Ingenieros en el México del siglo XIX*. México, D.F.: UNAM-CEIICH, UAS-Facultad de Historia, pp.15 y 16.

⁶¹ Sin embargo, para las asignaturas auxiliares, Delhuyar sí consideró a los novohispanos, como Bernardo Gil, quien fue profesor de delineación. López Alejandro, R. (2008). *La institucionalización de las matemáticas en la Nueva España: 1782-1810*. (Tesis de Maestría). Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, pp. 94 y 95

⁶² Ramos Lara M. (2007). *op. cit.*, pp.15 y 16.

fueron José Mariano Jiménez, Casimiro Chovell, Rafael Dávalos, Ramón Fabié, Vicente Valencia, José Rojas y Félix Rodríguez.⁶³

El 30 de junio de 1821, en una reunión de la Junta General del Real Tribunal de Minería, presidida todavía por Fausto Delhuyar, varios apoderados de minas expusieron que “...hasta que la Minería se restaure al floreciente estado que tenía cuando se estableció el Colegio, se suspendan sus estudios y se corten todos sus gastos...”⁶⁴ Poco después renunció Delhuyar a su cargo como director del Real Tribunal y regresó a España donde fue nombrado Director General de Minas, cargo que ocupó hasta su fallecimiento en 1833. La dirección del Real Tribunal y del Colegio fue asumida por Miguel de Septién tras negársele el puesto a Andrés del Río.⁶⁵

1.2 La educación superior en los proyectos educativos anteriores a las leyes de 1833

Una vez consumada la independencia de México, en el año de 1821, el emperador Agustín de Iturbide (1783-1824) dispuso en el Plan de Iguala, que se seguiría gobernando tanto con la Constitución de 1812 como con las leyes españolas que no dañaran la independencia.⁶⁶

El artículo 367, título IX “De la Instrucción Pública”, capítulo único de esta Constitución establece que “...se arreglará y creará el número competente de universidades y de otros establecimientos de instrucción, que se juzguen convenientes para la enseñanza de todas las ciencias, literatura y bellas artes”.⁶⁷

⁶³ Villaseñor y Villaseñor, A. *Biografía de los héroes y caudillos de la independencia*. México: Imprenta “El Tiempo” de Victoriano Agüeros, 1910, p. 260.

⁶⁴ Ramírez, *op. cit.*, p. 246.

⁶⁵ Ramos Lara M. (2007). *op. cit.*, p. 23.

⁶⁶ Tanck de Estrada, D. (1979). “Las Cortes de Cádiz y el desarrollo de la educación en México”. *Historia Mexicana*, XXIX, 1, pp. 4 y 5.

⁶⁷ Rico Linage R. (1999). *Constituciones Históricas. Ediciones oficiales*. Sevilla: Universidad de Sevilla, pp. 65 y 66.

Aunado a lo anterior, en la sesión del Congreso del 1º de marzo de 1822 se nombraron diferentes comisiones, entre éstas la de Instrucción Pública formada por los diputados José María Cabrera, Manuel Ruiz de Tejada y José María Portugal.⁶⁸

Otro antecedente que después tendría repercusión en la organización de la educación en México fueron las Cortes de Cádiz. En el comité de esta asamblea encargado de preparar el Reglamento General de Instrucción Pública en 1821,⁶⁹ participaron tres diputados mexicanos: Pablo de la Llave, José Francisco Guerra y Antonio María Uranga. En este reglamento se decreta, entre otras cosas, la gratuidad de la educación pública, y que la educación se divide en primera, segunda y tercera.⁷⁰

La segunda enseñanza, de acuerdo con este reglamento, se definía como “...aquellos conocimientos que al mismo tiempo sirven de preparación para dedicarse después á otros estudios más profundos...”. Además, “...Esta enseñanza se proporcionará en establecimientos, á que se dará el nombre de Universidades de provincia”.⁷¹

Esta segunda enseñanza incluía las cátedras de gramática castellana, lengua latina, geografía y cronología, literatura, historia, matemáticas puras, física, química, mineralogía y geología, botánica, agricultura, zoología, lógica, economía política y estadística, moral y derecho natural y derecho público y Constitución. Además, se establecía que en cada

⁶⁸ Ramos Escandón C. (1994). *Planear para progresar: planes educativos en el México nuevo 1820-1833*. México, D.F.: Universidad Pedagógica Nacional, p. 20.

⁶⁹ La versión final de este reglamento estaba basada en un proyecto de educación presentado por Manuel José Quintana ante las Cortes de Cádiz en 1814. De acuerdo con Ríos Zúñiga, las ideas fundamentales de este proyecto pasaron prácticamente íntegras al reglamento de Cádiz. Estas ideas, a su vez, tenían su base en los planes educativos franceses de finales del siglo XVIII cuyos autores eran Talleyrand-Perigord y Condorcet, en los que proponían “...una estructura educativa nacional cuyos principios básicos serían libertad, igualdad, gratuidad y universalidad. Ríos Zúñiga R. (1994). “De Cádiz a México. La cuestión de los institutos literarios (1823-1833)”, *Secuencia*, 30, p. 9.

⁷⁰ Cortes (1821). *Reglamento General de Instrucción Pública*. Coruña: Imprenta de Arzac, pp. 3 y 4

⁷¹ Incluso se establece que provincias de México tendrán su universidad: México, San Luis Potosí, Puebla, Valladolid, Oaxaca, Orizaba, Querétaro, San Miguel el Grande, Guadalajara, Zacatecas, Mérida, Villahermosa, Saltillo, Santa Fe de Nuevo México, Chihuahua, Montesclaros, Durango y Chiapas. Cortes (1821). *Reglamento General de Instrucción Pública*. Coruña: Imprenta de Arzac, p. 6.

Universidad tendría que haber una biblioteca pública, una escuela de dibujo, un laboratorio químico, y gabinetes de física, de historia natural y productos industriales, de modelos de máquinas, así como un jardín botánico y un terreno destinado para la agricultura práctica. Se añade que "...Cuando haya recursos suficientes, y según las circunstancias peculiares de la provincia, se separarán ciertas enseñanzas que ahora se reúnen consultando la economía".⁷²

Para el caso de la tercera enseñanza, esta "...comprende los estudios que habilitan para ejercer alguna profesión particular". Asimismo, "...Se proporcionarán algunos de estos estudios en cátedras agregadas a la Universidades de provincia que después se designarán, y otros en escuelas especiales."⁷³

Las profesiones contempladas en este reglamento son teología y jurisprudencia civil y canónica en las Universidades de provincia, mientras que en las escuelas especiales son medicina, cirugía y farmacia, veterinaria, agricultura experimental, nobles artes, comercio, música, astronomía y navegación y lengua árábica. De éstas, México no estaba contemplado para las tres últimas.⁷⁴

Además, se dedica un artículo específico para las escuelas especiales de minería en ultramar. En el caso de México se establecerían sendas escuelas en Zacatecas, en Guanajuato y en Taxco. Las cátedras que conformarían estos estudios son: geometría práctica subterránea, física y mecánica aplicada las máquinas, química aplicada a los ensayos o docimástica, fundición y amalgamación y mineralogía, geognosia y arte de minas.⁷⁵

Por otro lado, acorde con la Constitución de 1812, en ese reglamento se menciona un mecanismo de centralización de la enseñanza al crearse una Dirección General de Estudios,

⁷² Cortes (1821). *op cit.*, pp. 6 -8

⁷³ *Ídem.*

⁷⁴ *Ibidem*, pp. 8, 10-12

⁷⁵ *Ibidem*, p. 13

que, en el caso de las colonias americanas, contarían con subdirecciones en México, Lima, Santa Fe de Bogotá y Guatemala.⁷⁶

Este reglamento nunca entró en vigor en México,⁷⁷ sin embargo Pablo de la Llave (1773-1833), diputado secretario del comité que realizó este reglamento, participó, por encargo del gobierno, junto con Lucas Alamán (1792-1853), en la formulación de un Plan General de Educación en 1823.⁷⁸ En ese momento De la Llave y Alamán fungían como ministros de Justicia y Negocios Eclesiásticos y de Relaciones Interiores y Exteriores respectivamente en el gobierno del triunvirato formado por Guadalupe Victoria (1786-1843), Nicolás Bravo (1786-1854) y Pedro Celestino Negrete (1777-1846).

Para llevar a cabo esta encomienda se pidió a los diferentes establecimientos educativos el envío de informes sobre sus condiciones y sus necesidades. Para examinarlos y llegar a una propuesta para organizar la instrucción pública se formó una comisión de personas formada por Jacobo Villaurrutia (1757-1833), Andrés del Río (1764-1849), José Nicolás Maniau y Torquemada (1775-?), José Benito Guerra (1777-?), Antonio Serrano (?-1833), Juan de Balenchana y Vicente Cervantes (1755-1829). El llamado *Proyecto de Reglamento General de Instrucción Pública* fue terminado, firmado por Villaurrutia y presentado por Lucas Alamán en diciembre de ese año. Las bases de este plan eran, en palabras del propio Villaurrutia, las mismas que las del reglamento de Cádiz de 1821.⁷⁹

En este proyecto la educación también se dividía en primaria, secundaria y terciaria y se estipulaba la gratuidad y uniformidad de la educación proveída por el gobierno. También

⁷⁶ *Ibidem*, pp. 15 y 17

⁷⁷ Saldaña, J. (2005). “De lo privado a lo público en la ciencia: la primera institucionalización de la ciencia en México” en Saldaña J. (coordinador). *La casa de Salomón en México. Estudios sobre la institucionalización de la docencia y la investigación científicas*. México, D.F.: Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, p. 40.

⁷⁸ Tanck de Estrada, D. (1979). *op. cit.*, p. 7

⁷⁹ Ríos Zúñiga R. (1994). “De Cádiz a México. La cuestión de los institutos literarios (1823-1833)”, *Secuencia*, pp. 13-15

se proponía la creación de una Dirección Nacional con subdirecciones locales que estarían subordinadas a ésta.⁸⁰ Tal Dirección tendría que estar conformada por cinco profesores: de Teología, de Jurisprudencia, de Medicina y Cirugía, de Matemáticas, Física y Química y de Zoología, Botánica, Mineralogía y demás ramos de Historia Natural.⁸¹

De acuerdo con lo planeado, en los Colegios se impartirían los estudios preparatorios para Teología, Jurisprudencia canónica y civil, Medicina, cirugía y farmacia y Ciencias naturales. Dentro de las cátedras previstas para este tipo de estudios se encontraba las de matemáticas puras hasta el cálculo diferencial, física experimental y química de los tres reinos. Estos tres cursos eran obligatorios para quienes quisieran cursar estudios de las profesiones sanitarias.

Asimismo, se decretaba que se establecerá una escuela especial para reunir la farmacia, la cirugía y la medicina cuyos estudios contarían con nuevas cátedras: Botánica y farmacia teórica, Farmacia práctica y Materia médica y arte de recetar. Los títulos que otorgaría esta institución serían los de Medicina y cirugía por un lado y Farmacia por otro. También se decretaba la creación de Escuelas Especiales de Obstetricia para mujeres, cuya instrucción sería impartida por un solo catedrático (aunque también se contemplaban los estudios de la Escuela Especial de Farmacia, Cirugía y Medicina).

También se menciona en este plan la creación de Escuelas Especiales de Ciencias Naturales con las cátedras de zoología, de anatomía y fisiología comparada, de agricultura experimental, de química animal, vegetal y mineral, completándose con los estudios de

⁸⁰ *Ibidem*, p. 15

⁸¹ Ramos Escandón C. (1994). *Planear para progresar: planes educativos en el México nuevo 1820-1833*. México, D.F.: Universidad Pedagógica Nacional, p. 105

química y de mineralogía que incluía orictognosia, geognosia y laboreo de minas, que se impartirían en una Escuela Politécnica.

Se establecerían, además, Escuelas Politécnicas, la cual era una especie de tronco común para las profesiones de Artillería, Ingeniería, Minas, Caminos Puentes y Canales, Geógrafo, Construcción Naval y Táctica militar. Las asignaturas que comprendían estos estudios politécnicos obligatorios para estas profesiones eran geometría descriptiva, mecánica general de sólidos y fluidos, elementos de arquitectura civil, óptica, polarización, geodesia y topografía, dibujo topográfico y de paisajes, y astronomía y navegación. La admisión a estas escuelas implicaba examinarse en gramática castellana, lengua francesa, matemáticas puras hasta cálculo diferencial e integral y elementos de física, química y mineralogía. También se contemplaba el establecimiento de Escuelas Especiales de Comercio ⁸²

La parte relativa a la educación en la Constitución de 1824, siendo México una República Federal, decreta la descentralización de la educación al delegar a los estados y no al gobierno federal la facultad de promover la enseñanza en sus respectivos territorios. Así se observa en el artículo 50, fracción I:

Promover la ilustración, asegurando por tiempo limitado derechos exclusivos á los autores por sus respectivas obras; estableciendo colejos de marina, artilleria é ingenieros; erijiendo uno ó más establecimientos en que se enseñen las ciencias naturales y exâctas, políticas y morales, nobles artes y lenguas; sin perjudicar la libertad que tienen las legislaturas para el arreglo de la educación pública en sus respectivos estados.⁸³

⁸² *Ibidem*, pp. 112-119

⁸³ Constitución Federal de los Estados Unidos Mexicanos, 4 de octubre de 1824. Recuperado Mayo, 12, 2019 de Antecedentes Históricos y Constituciones Políticas de México. Sitio web: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Constitucion/antecedentes.php>

La Constitución de 1824, en cuanto al ramo educativo, se alejó totalmente de lo que se había planteado en el *Plan de la Constitución Política de la República* de 1823 —pese a que participaron en ambos documentos Fray Servando Teresa de Mier (1765-1827), José Mariano Marín (1782-1863) y Lorenzo de Zavala (1788-1836)— y que fue anterior al Proyecto de Alamán, pues en éste también se procuraba la centralización de la educación al proponer el establecimiento de institutos públicos: uno de carácter central o nacional, en el lugar que designara el cuerpo legislativo, y otros locales en cada provincia. El nacional no tendría como objetivo la enseñanza sino vigilar la observación del plan general de educación formado por el cuerpo legislativo, elaborar los reglamentos e instrucciones para su cumplimiento y hacer llegar a los institutos provinciales las leyes y decretos relativos a la instrucción pública, así como determinar los métodos de enseñanza y sus cambios según los progresos de la razón, y fomentar los establecimientos de ciencias y artes.⁸⁴

De acuerdo con la Constitución de 1824, el gobierno federal no tendría injerencia en la educación de los Estados, sin embargo, sí la tendría en la del Distrito Federal y Territorios de la Federación.

Fue hasta el año de 1826 cuando el presidente Guadalupe Victoria declaró que el poder ejecutivo había formado una comisión encargada de elaborar un proyecto educativo, el cual fue publicado el 16 de octubre de ese año como *Proyecto, que sobre el Plan General de Instrucción Pública, presenta la comisión respectiva*, el cual entraba en la contradicción de pretender establecer un sistema educativo nacional y de carácter uniforme, pese a que la ley estipulaba cada estado se encargaría de los asuntos de la educación.⁸⁵

⁸⁴ Ríos Zúñiga R. (1994). *op. cit.*, p. 12

⁸⁵ Soto Lescale M. (1997). *Legislación educativa mexicana de la Colonia a 1876*. México, D.F.: Universidad Pedagógica Nacional, pp. 73 y 87.

En este proyecto, la segunda instrucción, denominada “preparatoria para estudios más profundos”, incluía las materias de gramática general, gramática particular de lenguas antiguas y modernas, matemáticas puras, física general y particular, química, mineralogía, geología, botánica, agricultura, zoología, lógica, economía política, estadística, moral, derecho natural, público y constitucional, cronología, geografía antigua y moderna, literatura e historia.⁸⁶

La tercera instrucción se refería a estudios de Teología, Jurisprudencia civil y eclesiástica, Medicina y Ciencia militar. También se establecería una Academia general destinada a perfeccionar la segunda y tercera instrucción y contemplaba once cátedras, entre ellas la de física y química aplicadas a las artes de construcción. Aunado a ésta, se crearía otra Academia de ciencias cuya función sería la de montar una exposición anual del estado de las ciencias dentro de la república.⁸⁷

Otra comisión formada por Pablo de la Llave, José María Iturralde, José Francisco Azcárate, Miguel Valentín, José María Torres, Antonio Manuel Canto, José María Bocanegra y Andrés Quintana Roo (éste último no firmó el plan final). En este *Plan de Educación para el Distrito y Territorios* fechado en diciembre de 1827 y presentado en enero de 1828, se insistía en la centralización a través de un Cuerpo Inspector que estableciera el método educativo, las disposiciones y reglamentos para escuelas del Estado, de la Iglesia y las particulares.⁸⁸

En este plan la segunda enseñanza sólo quedaba conformada por matemáticas, dibujo, agricultura y veterinaria. La tercera enseñanza contemplaba la obligatoriedad de las cátedras

⁸⁶ Ramos Escandón C. (1994). *op. cit.*, p.128.

⁸⁷ Ramos Escandón C. (1994). *op. cit.*, pp. 131 y 132.

⁸⁸ Tanck de Estrada D. (1984). *La educación ilustrada, 1786-1836: educación primaria en la Ciudad de México*. México, D.F.: El Colegio de México, pp. 32 y 33.

de ideología, filosofía moral, economía política, matemáticas puras, física y lengua latina. Posteriormente los estudiantes de cada profesión cursaban las cátedras propias de éstas. Se menciona que quienes no quisieran seguir alguna de las carreras de Teología, Jurisprudencia, Derecho eclesiástico o Medicina cursarían las de Astronomía y geografía, Mineralogía, Química y Farmacia, Botánica, Agricultura, Lengua francesa y Lengua inglesa.

Además, por primera vez en un plan aparece una especie de lista de asignaturas optativas, pues en el plan se menciona que "...aunque de tanta utilidad como adorno, se cursarán libremente..." y eran las de Elocuencia y bellas artes, Historia, cronología y antigüedades mexicanas, Lengua griega e Historia literaria.⁸⁹

Este Plan fue presentado al Congreso en 1829, ya bajo la presidencia de Vicente Guerrero, pero no hay indicios de que haya sido discutido ni aprobado.⁹⁰

En 1830, siendo presidente Anastasio Bustamante (1780-1853), Lucas Alamán presentó ante los senadores y diputados otro plan, pero en este caso sólo atendía la organización de estudios preparatorios y profesionales. Lo único que mencionó con relación a los otros niveles, es que se debería establecer una Dirección de Estudios para uniformar los tres niveles. Alamán expuso que:

El plan que voy a proponer se reduce a quitar lo superfluo y establecer lo necesario: a dedicar cada uno de los establecimientos existentes a un ramo particular de enseñanza y dar una dirección uniforme a ésta. La instrucción en general puede dividirse en ciencias eclesiásticas, derecho, política y literatura clásica; ciencias físicas y naturales; ciencias médicas; adaptemos a esta división los establecimientos que ya tenemos conforme al plan indicado.⁹¹

⁸⁹ Ramos Escandón C. (1994). *op. cit.*, pp. 136-140.

⁹⁰ Tanck de Estrada D. (1984). *op. cit.*, p. 33.

⁹¹ Tanck de Estrada D. (1984). "Ilustración y liberalismo en el programa de educación primaria de Valentín Gómez Farías". *Historia Mexicana*, XXXIII, 4, p. 479.

Alamán propuso el seminario conciliar para las Ciencias Eclesiásticas, el Colegio de San Ildefonso para la enseñanza del Derecho, las Ciencias Políticas y Económicas y la Literatura Clásica, el Colegio de Minería para las Ciencias Físicas y Matemáticas y el de San Juan de Letrán para las Ciencias Médicas. El Colegio de San Gregorio quedaba suprimido. Además, proponía la creación de una escuela de artes y oficios y planteaba que se reformaran “...los inútiles cursos de universidad...” pues así “...nuestra juventud entonces tendrá un campo más vasto en que ejercer sus talentos y laboriosidad”.⁹²

Para José María Luis Mora el mérito principal de este plan era “...la división y clasificación de la enseñanza repartida en tantas escuelas cuantos eran los ramos que debían constiparla.”⁹³

A más de diez años de consumada la Independencia de México, a principios de 1832, se presentó el *Proyecto sobre arreglo de la Instrucción Pública del Distrito Federal y Territorios de la Federación*, en la que, una vez más, se aludía a un organismo administrativo de jerarquía superior para el ramo educativo. En este caso fue denominado Dirección General de Instrucción Pública, a cargo directamente del poder ejecutivo sin intervención del congreso.⁹⁴

En este caso, se menciona al Colegio de Minería como parte de la segunda enseñanza con las siguientes cátedras: gramática castellana, idioma francés, idioma inglés, lógica y metafísica, física, dos cursos de matemáticas, química general, química aplicada a las artes, mineralogía, geografía y astronomía, dibujo y delineación.

⁹² González Navarro M. (1952). *El pensamiento político de Lucas Alamán*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, pp. 34 y 35.

⁹³ *Ídem*

⁹⁴ Soto Lescale M. (1997). *op. cit.*, p. 95

Aunque la tercera enseñanza se refería a los estudios impartidos en la Universidad, se establecía el Convento de Betlemitas para la Facultad de Medicina en el que se impartiría Medicina, cirugía y farmacia.⁹⁵

En este proyecto también se contemplaba la creación de una Escuela Normal para la preparación de profesores de primaria.⁹⁶

Aunque el plan fue presentado al Congreso en junio de ese año, se dice que fue interrumpida su lectura por “razones de horario” y no se vuelve a mencionar.⁹⁷

Por diversas razones ninguno de estos planes pudo ponerse en práctica o discutirse en el Congreso para llegar al rango de Ley. Por esta razón en el Distrito Federal el Congreso tomaba medidas provisionales en lo que se refiere al ramo educativo. No obstante, hubieron estados de la República en los que sí llevaron a cabo reformas y obras relevantes en dicho ramo como Jalisco, Oaxaca y Zacatecas.⁹⁸

Sin embargo, sí se llevaron a la práctica algunas acciones y cambios en algunas instituciones y se crearon otras. Durante el primer periodo ministerial de Lucas Alamán, se reorganizó el Jardín Botánico, se estableció el Museo de Historia Natural y de Antigüedades, se fundó el Archivo General y se dice que el ministro protegió y ayudó a la Academia de San Carlos.⁹⁹

La tan anhelada institución jerárquica educativa que rigiera la vida de otras instituciones parece una idea ilusoria considerando que el sistema político de México era el

⁹⁵ Ramos Escandón C. (1994). *op. cit.*, pp. 151-153

⁹⁶ Soto Lescale M. (1997). *op. cit.*, p. 95

⁹⁷ *Ibidem*, p. 97

⁹⁸ Ríos Zúñiga R. y Rosas Íñiguez C. (2011). *La Reforma Educativa de Manuel Baranda: documentos para su estudio (1842-1846)*. México, D.F.: UNAM, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación p. 11

⁹⁹ González Navarro M. (1952). *El pensamiento político de Lucas Alamán*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, p. 15

de una República Federal. Sin embargo, quienes participaban en la proyección y redacción de planes de educación, eran personajes que los historiadores han identificado tanto conservadores o afines al centralismo como liberales o partidarios del federalismo.

Una institución que sí se materializó fue el Instituto de Ciencias, Literatura y Artes, que se estableció formalmente el 2 de abril de 1826, con un presupuesto asignado por el gobierno de 3000 pesos anuales y un reglamento aprobado por el gobierno, que además le otorgó el título de “nacional”. Este Instituto se instaló en el Aula Mayor de la Universidad. La idea del Instituto era la de ser ese órgano central que se encargara de dirigir las ciencias y las artes, además de hacer vínculo con instituciones extranjeras a través de corresponsales. En esta efímera institución participaron personajes como Lucas Alamán, Andrés Quintana Roo, José María Tornel y Mendívil, Juan Wenceslao de la Barquera, Francisco Sánchez de Tagle, José María Heredia, Manuel Díez de Bonilla y Mariano Michelena.¹⁰⁰

Esta institución clasificaba las ciencias y las artes en tres clases:

Primera clase, de ciencias matemáticas, con secciones de geometría, mecánica, astronomía, geografía, navegación y física general; segunda clase, de ciencias naturales con secciones de química, mineralogía, botánica, economía rural, zoología y anatomía comparada; y tercera clase, de literatura con secciones de gramática, poesía, elocuencia, historia y antigüedades especialmente mexicanas.

La clasificación serviría, en principio, para adscribir a los socios con base en sus reconocimientos y distinciones. Al parecer este instituto desapareció en el transcurso de 1828.¹⁰¹

¹⁰⁰ Ríos Zúñiga R. (1994). *op. cit.*, pp. 30, 16 y 17

¹⁰¹ *Ibidem*, 30, 22

En el caso de la educación encontramos en estos primeros años de vida independiente algunos hechos como que liberales y conservadores participaban por igual en la planeación de la educación y que muchas de sus ideas eran similares o simplemente las mismas. Así, por ejemplo, encontramos a liberales como Fray Servando Teresa de Mier o Andrés Quintana Roo con ideas muy similares a las del conservador Lucas Alamán.

1.3 La Reforma Educativa de 1833

Los primeros años de México como nación independiente estuvieron plagados de conflictos y luchas entre grupos políticos, lo que muchas veces impidió la consolidación de proyectos en otras esferas. Dentro de los primeros diez años, el único presidente que completó su periodo presidencial sin ser asesinado o derrocado fue Guadalupe Victoria (presidente de 1824 a 1829). Posteriormente, el candidato vencedor para sucederlo Manuel Gómez Pedraza no pudo tomar su puesto debido a un golpe militar que llevó a Vicente Guerrero a asumir la presidencia. Un golpe de Estado perpetrado por el propio vicepresidente Anastasio Bustamante, obligó a Guerrero a dejar la presidencia. Posteriormente sería asesinado en el año de 1831.

El mismo Bustamante asumió el cargo en 1830, lo que provocó alzamientos militares encabezados por Antonio López de Santa-Anna. Las revueltas terminaron con la firma de los Convenios de Zavaleta, gracias a lo cual Gómez Pedraza completó el tiempo del periodo presidencial para el cual había sido electo. En los tres meses que estuvo en el cargo organizó nuevas elecciones presidenciales en las que resultaron vencedores López de Santa Anna y Valentín Gómez Farías (como vicepresidente).

Finalmente, el candidato ganador podía tomar el cargo de manera pacífica. Antonio López de Santa Anna, un destacado militar, entre abril de 1833 y enero de 1836 hizo lo que muchas veces en su carrera política. Retirarse a su hacienda de Manga de Clavo y dejar al

frente del gobierno al vicepresidente. En dicho periodo Santa Anna y Gómez Farías se alternaron en el cargo presidencial un total de ocho veces, asumiendo cada uno cuatro veces el puesto.

En una de las ausencias de Santa Anna, se publicó en el Diario Oficial, las Leyes y Reglamentos para el arreglo de la Instrucción Pública en el Distrito Federal. En esta publicación se hacen algunos decretos relacionados con la educación superior, entre ellos que se suprime la Universidad de México y se establece una Dirección General de Instrucción Pública para el distrito y territorios de la federación y que en el Distrito Federal habrá por ahora seis establecimientos de instrucción pública.¹⁰² La división de los estudios quedó establecida como se muestra en el cuadro 1.2.

Cuadro 1.2. Los seis establecimientos educativos de las reformas de 1833

Establecimiento	Definición	Lugar sede
Primero	Estudios preparatorios	Hospital de Jesús
Segundo	Estudios ideológicos y humanidades	Convento de San Camilo
Tercero	Ciencias físicas y matemáticas	Seminario de Minería
Cuarto	Ciencias médicas	Convento de Belén
Quinto	Jurisprudencia	Colegio de San Ildefonso
Sexto	Ciencias eclesiásticas	Colegio de San Juan de Letrán

Fuente: Dublán y Lozano, 1876

La sede del primer y segundo establecimiento era provisional. En el conjunto de reformas, en una circular especial se decretó que quienes soliciten el título de agrimensor serán examinados y aprobados en el Tercer Establecimiento de Ciencias físicas y matemáticas.

¹⁰² Leyes y Reglamentos para el arreglo de la Instrucción Pública en el Distrito Federal Publicado en Diario Oficial de la Federación el 26 de Octubre de 1833. Recuperado Mayo 20, 2019 de Secretaría de Educación Pública. Sitio web: https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/3f9a47cc-efd9-4724-83e4-0bb4884af388/ley_26101833.pdf

Además, se decretaba la creación de las cátedras de botánica, de agricultura y de química aplicada a las artes en el Hospicio y Huerta de Santo Tomás y dos escuelas normales para la formación de profesores. A su vez, la Academia de San Carlos se denominó Escuela de Bellas Artes.¹⁰³

El plan de estudios del recién creado establecimiento de Ciencias Médicas quedó con las materias mostradas en el cuadro 1.3:

Cuadro 1.3. Plan de estudios para la carrera de Médico en 1833

Anatomía general, descriptiva y patológica	Farmacología teórico-práctica
Prosector de anatomía	Materia médica
Fisiología e higiene	Medicina legal
Patología externa	Clínica externa
Patología interna	Clínica interna
Operaciones y obstetricia	

Fuente: Rodríguez Pérez, 2008

Estas leyes fueron producto del trabajo de una Comisión compuesta por José María Luis Mora (nombrado Director General de Instrucción Pública), Manuel Eduardo de Gorostiza, Andrés Quintana Roo, Juan Rodríguez Puebla y el mismo vicepresidente Gómez Farías.¹⁰⁴

Estas reformas educativas no fueron discutidas en el Congreso, sino que fueron dispuestas por el ejecutivo de manera directa debido a las facultades extraordinarias que el mismo Congreso le había otorgado.¹⁰⁵

Finalmente llegaba al rango de ley las propuestas de crear un órgano central rector de la instrucción pública que había aparecido en varios proyectos educativos y la de la división

¹⁰³ Soto Lescale M. (1997). *op. cit.*, p. 106

¹⁰⁴ Heredia Correa R. (1983). "Tres reformas educativas en torno a 1833". *Relaciones XVI*, p. 20.

¹⁰⁵ Soto Lescale M. (1997). *op. cit.*, p. 106

de la educación en áreas (establecimientos), ideado por Alamán a principios de la década. Mora, quien también fue nombrado director del Establecimiento de Estudios ideológicos y humanidades, reconocía este claro antecedente en las ideas del antiguo ministro.¹⁰⁶

Por un lado, la V legislatura, la cual sesionó en 1834, apoyaba las reformas de Gómez Farías, por otro los conservadores tomaron como una afrenta que la Iglesia haya sido limitada o excluida de la enseñanza pública. Se invocó a la protección de Santa Anna y se señaló que “...todas las leyes y providencias dictadas por el Congreso general y las legislaturas debían declararse nulas, sin valor, ni efecto alguno.”¹⁰⁷

Por una Circular emitida por la Secretaría de Relaciones y fechada el 31 de julio de 1834 intitulada *Plan provisional de arreglo de estudios* redactada por una Junta de Personas Notoriamente Ilustradas y el cual contenía un *Plan provisional para los estudios de los colegios* quedaron suspendidas las reformas educativas anteriores, argumentando que el plan era impracticable, de este modo quedaron suprimidos los establecimientos y en su lugar se restablecieron los Colegios de San Ildefonso, de San Juan de Letrán, de San Gregorio y el Seminario de Minería, sin embargo, se ratificó que el Convento de Belén continuará como Colegio de Medicina. Del mismo modo se restablecía la Universidad de México. Después de esta derogación y de que la VI legislatura había cesado a Gómez Farías de su cargo, tanto éste como Mora salieron al exilio (a Nueva Orleans y a París, respectivamente).¹⁰⁸

Este primer conjunto de reformas liberales impuestas por Valentín Gómez Farías, secundado por José María Luis Mora, dio muestras de lo crítico que podrían ser los cambios

¹⁰⁶ Heredia Correa R. (1983). *op. cit.*, p. 21

¹⁰⁷ Rabasa E. (2016). *Historia de las Constituciones Mexicanas*. México, D.F.: UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, pp.30 y 31.

¹⁰⁸ Ávila Galinzoga J. (2011). *La educación técnica en México desde la Independencia, 1810-2010. Tomo I*. México, D.F.: Instituto Politécnico Nacional, pp. 116 y 117.

radicales. Las leyes reformistas de 1833 fueron rechazadas de manera violenta por el clero, el ejército, la universidad y los grandes comerciantes influyentes, quienes convencieron a López de Santa Anna de derogarlas.

Los conflictos entre la Iglesia y el Estado se volvieron más intensos durante los primeros años de la vida independiente de México, pues las metas de uno y otro eran frecuentemente incompatibles tanto en el aspecto económico como en el administrativo. No cabe duda de que, al independizarse el país, las dos instituciones quisieron reformar y mejorar muchos aspectos de la vida mexicana, sin embargo, la formación del ciudadano desde el punto de vista del Estado moderno exigía la supresión de influencias clericales, puesto que ahora el Estado debía constituirse como la figura representativa de la máxima autoridad en el territorio nacional. El Estado Mexicano, tuvo que buscar imponerse a su rival al modificar algunas actividades de la vida cotidiana y abolir otras, con las dificultades que implicaba cambiar costumbres mediante leyes, decretos y reglamentos. Por supuesto que este proceso de secularización encontró obstáculos tanto en el pueblo como en la Iglesia, lo que produjo grandes conflictos que acarrearón guerras civiles que cobraron la vida de miles de personas.

De este modo quedó establecido tanto para el Estado como para la Iglesia que el uno representaba una seria amenaza para la otra y se preocuparon por dejar claramente establecidas sus prerrogativas desde un principio, pese a las seguridades ofrecidas a la Iglesia en la Constitución de 1824, la cual le aseguraba la protección del Estado y la prohibición del ejercicio, tanto privado como público, de cualquier otra religión. No obstante, esto no evitaría que se buscara disminuir y en su momento suprimir la influencia de la Iglesia y poco a poco se pusieran en práctica las teorías económicas liberales contemporáneas, abiertamente contrarias a los intereses eclesiásticos.

La supresión de las influencias de las corporaciones tradicionales, como la Iglesia eran parte del intento por parte del Estado de conformar una sociedad secular, es decir, una sociedad en la que las actividades de tipo económico y político se normaran por criterios pragmáticos e innovadores. En esta nueva sociedad los individuos eran libres de actuar en provecho propio e indirectamente en provecho del Estado, y a éste tendrían que sujetarse en lugar de una corporación o grupo específico. En esto consistía el ideal de secularización, presente desde el principio de la Independencia. En este sentido, este proceso se refería a enfatizar lo relativo a este mundo, a su presencia y a su aspecto temporal. Así, la idea liberal implicaba empezar a diferenciar de manera franca y contundente la esfera de lo real, de lo inmediato, y de lo medible, donde el ser humano asumía entera responsabilidad por su existencia, y, la otra, la del mundo sacro, donde lo inmediato era de importancia secundaria frente a una verdad eterna, mística y omnipresente. La intención del Estado liberal y moderno era darle la primera importancia a la esfera estatal.

La generación de Gómez Farías, Mora y Zavala (y después la de Juárez, Ocampo y Lerdo de Tejada) intentaron abolir los fueros, tanto militares como eclesiásticos, con el fin de procurar una sociedad más democrática y secular, bajo un régimen judicial uniforme. Esto implicaba una cuestión más fundamental que era asumir que la salvación eterna del alma no era el asunto que competiera al Estado, algo difícil para la sociedad católica mexicana decimonónica. Separar la Iglesia del Estado sería una de las novedades más radicales de la futura Constitución dada en 1857.

La modernización como proceso de constitución del Estado Nación aconteció en primera instancia como ese proceso de secularización del país con el fin de alcanzar el progreso del país, el cual sustentaba esa modernidad que sería el modelo a seguir por los gobiernos de corte liberal para cumplir con esas aspiraciones progresistas. A través de esta

modernización, así entendida, se llevaron a cabo los proyectos políticos que reflejaban los ideales del pensamiento liberal decimonónico.¹⁰⁹

En 1835, se erige una Junta para formar un nuevo Plan de Instrucción Pública. Esta junta está integrada por Rafael Olaguibel (presidente), José Ignacio Anzorena (vicepresidente), Lucas Alamán,¹¹⁰ Casimiro Liceaga y Miguel Bustamante, entre otros.¹¹¹ Sobre si este plan se redactó o se presentó no existen noticias.

La Constitución de 1836, conocida también como Las Siete Leyes,¹¹² en esta nueva Carta Magna de carácter centralista no se hace la más mínima alusión a la educación o a la instrucción pública.¹¹³ Durante el gobierno centralista de Anastasio Bustamante (entre 1837 y 1841) se dieron acontecimientos críticos como la separación de Texas y de Yucatán de México o la Guerra de los Pasteles con Francia. Asimismo, la política interior también tuvo su crisis, por ejemplo, se dio la renuncia de los ministros de Bustamante en 1838 o la pronunciación de los generales Santa Anna en Veracruz, Mariano Paredes y Arrillaga en Guadalajara y Gabriel Valencia en la Capital en contra de medidas impuestas por el gobierno. Con el Convenio de la Estanzuela de 1841 se da fin a la vigencia de Las Siete Leyes.¹¹⁴

¹⁰⁹ Staples A. (2009). “El miedo a la secularización o un país sin religión. México 1821-1859”. En Gonzalbo P., Staples A. y Torres Septién V. (editoras). *Una historia de los usos del miedo*. México, D.F.: El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos, Universidad Iberoamericana, pp. 273-278

¹¹⁰ Lucas Alamán había sido acusado de la autoría intelectual del asesinato de Vicente Guerrero y sometido a proceso en 1832. El antiguo ministro estuvo escondido por más de un año. A principios de 1835 la Suprema Corte de Justicia lo absuelve de los cargos. Noriega A. (1993). *El pensamiento conservador y el conservadurismo mexicano. Tomo I*. México, D.F.: UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, p. 221.

¹¹¹ Dublán M. y Lozano J. (1876). *Legislación mexicana ó colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República. Tomo III*. México: Imprenta del Comercio, pp. 39 y 40

¹¹² Constitución de 1836. Recuperado Mayo 20, 2019 de Cámara de Diputados. LXIV Legislatura. Sitio web: http://www.diputados.gob.mx/biblioteca/bibdig/const_mex/const_1836.pdf

¹¹³ Tal no era el objetivo de este nuevo documento. O’Gorman dice que “...Es un primer intento de síntesis de las dos grandes tendencias contenciosas, pero fue realizado en una forma tan tímida y estorbosa que, sin llegar a ser una integración, dejó insatisfechos a los dos partidos.” O’Gorman E. (1960). “Precedentes y sentido de la Revolución de Ayutla”. *Seis estudios de tema mexicano*. Jalapa: Universidad Veracruzana

¹¹⁴ Fix-Zamudio H. (2016). “El poder judicial en la Constitución Federal de 1824” en Valadés D. y Barceló Rojas D. (coordinadores). *Examen retrospectivo del sistema constitucional mexicano*. México, D.F.: UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, p. 142.

Las únicas noticias que se tienen sobre leyes referentes a la enseñanza superior son reglamentos que conciernen al Colegio Militar en 1835 y 1839 y que se asigna provisionalmente el local del Espíritu Santo para la Escuela de Ciencias Médicas en 1836.¹¹⁵

Sería hasta las Bases Orgánicas de 1843, siendo presidente provisional Santa Anna, en donde se vuelve a hacer alusión, aunque de manera muy breve y general a la instrucción pública en el artículo 134:

IV. Crear fondos para establecimientos de instrucción, utilidad o beneficencia pública, con los requisitos designados en la atribución primera.

VII. Fomentar la enseñanza pública en todos sus ramos, creando y dotando establecimientos literarios, y sujetándose a las bases que diere el Congreso sobre estudios preparatorios, cursos, exámenes y grados.

La educación estaría a cargo del Ministerio de Justicia, Negocios Eclesiásticos, Instrucción Pública e Industria.¹¹⁶

Por otro lado, y de manera concreta, el presidente Santa Anna decretó el 2 de octubre de ese año la creación de sendas escuelas de agricultura y artes:

Que habiendo propuesto al supremo gobierno la dirección general de industria un programa para crear una escuela de agricultura, y habiendo solicitado varios artesanos la creación de un colegio artístico, siendo ambos proyectos demasiado benéficos, de los cuales se puede esperar la nación grandes ventajas; usando de las facultades con que me hallo investido por la nación, he tenido a bien declarar lo siguiente:

Art. 1. Se establecerán dos escuelas, una de agricultura y otra de artes.

¹¹⁵ Soto Lescale M. (1997). *op. cit.*, pp. 118 y 121.

¹¹⁶ Bases Orgánicas de la República Mexicana. Recuperado Mayo 20, 2019 de Archivos del Instituto de Investigaciones Jurídicas. Sitio web: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/legislacion/federal/historicos/1842.pdf>

La escuela de agricultura se establecería en las cercanías de la capital y la de artes en la misma capital. El decreto incluye los planes de estudios. Para la escuela de artes se contemplaban cursos de matemáticas, química y mecánica aplicadas a las artes. Además, los alumnos podrían tomar clases en talleres particulares o establecimientos industriales y se enviarían a los cuatro alumnos más destacados a estudiar a Europa.¹¹⁷

Para ésta última se nombró director (Lucas Alamán) e incluso se redactó y aprobó su reglamento en diciembre de 1843. Sin embargo, ninguna de las dos escuelas llegó a inaugurarse.¹¹⁸

1.4 La Reforma Educativa de 1843

En el año de 1843, el presidente interino Valentín Canalizo, nombró a Manuel Baranda como Ministro de Justicia e Instrucción Pública.¹¹⁹ Manuel Baranda Arriola (1799-1861), nació en la Ciudad de Guanajuato en 1799.¹²⁰ En esa ciudad realizó sus estudios de jurisprudencia para completarlos en el Colegio de San Ildefonso en la Ciudad de México.¹²¹ Al inicio de su carrera profesional trabajó bajo las órdenes de Miguel Domínguez (1756-1830).¹²² Ocupó diversos cargos gubernamentales como Gobernador de Guanajuato en 1833,¹²³ o los ministerios de Justicia e Instrucción Pública y de Relaciones Exteriores entre 1843 y 1847. En este último cargo le tocó enfrentar la complicada situación de México ante

¹¹⁷ Dublán M. y Lozano J. (1876). *Legislación mexicana ó colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República. Tomo IV*. México: Imprenta del Comercio, pp. 610-614.

¹¹⁸ Ávila Galinzoga J. (2011). *op. cit.*, pp. 134 y 135

¹¹⁹ Villalpando Nava J. (2009). *Historia de la educación en México*. México, D.F.: Porrúa, p. 187.

¹²⁰ Existe una historia mítica que cuenta que el padre de Manuel Baranda, un militar español homónimo fue uno de los prisioneros de la Alhóndiga de Granaditas y que la madre de Manuel, doña Antonia Arriola suplicó de rodillas junto con su hijo a Miguel Hidalgo Y Costilla que dejaran en libertad al Sr. Baranda, a lo que finalmente accedió el cura. Gallo E. (1874). *Hombres ilustres mexicanos. Tomo III*. México: Imprenta de I. Cumplido, p. 285.

¹²¹ Acevedo Carrillo A. (1992). "Manuel Baranda". *Cancilleres de México. Tomo I. 1821-1911*. México, D.F.: Secretaría de Relaciones Exteriores, p. 285.

¹²² Alamán L. (1852). *Historia de Méjico. Desde los primeros movimientos que prepararon su independencia en el año de 1808 hasta la época presente. Tomo V*. México: Imprenta de J. M. Lara, p. 409 y 410.

¹²³ Andrade V. (1899). "Gobernadores de los Estados". *El Tiempo. Edición Literaria IX* (155), p. 341

la guerra con Estados Unidos. Posteriormente fue consejero del gobierno hasta 1854.¹²⁴ Ese año fue destituido de su cargo y desterrado a Ixmiquilpan.¹²⁵ Volvió a principios de 1855 gracias a un decreto de amnistía.¹²⁶ En agosto de 1861 se daba la noticia que Manuel Baranda se hallaba gravemente enfermo de hipertrofia¹²⁷ y su defunción se anunciaba el día 21 de septiembre de ese año. Su último cargo fue el de magistrado supernumerario de la Suprema Corte de Justicia, el cual desempeñó bajo la presidencia de Ignacio Comonfort y de Benito Juárez. En la noticia de su muerte se dan algunos datos como que escribió un opúsculo intitulado *Apuntamientos sobre derecho eclesiástico* o que estuvo preso en La Acordada.¹²⁸



Figura 4. Manuel Baranda (1799-1861). *Cancilleres de México*. Tomo I

¹²⁴ Acevedo Carrillo A. (1992). *op. cit.*, pp. 285-289

¹²⁵ “El Sr. D. Manuel Baranda” (6 de noviembre de 1854). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 4.

¹²⁶ “El Sr. D. Manuel Baranda” (25 de febrero de 1855). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 4.

¹²⁷ “El Sr. D. Manuel Baranda” (18 de agosto de 1861). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 3.

¹²⁸ “Defunción” (22 de septiembre de 1861). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 2.

Este ministro presentó el 18 de agosto de ese año el *Plan General de Estudios de la República Mexicana*. En cuyos artículos primero y segundo se establecen estudios preparatorios con asignaturas generales y especiales acordes con la carrera. La duración de los mismos era de cinco o seis años, y también dependía de la carrera para los que estaban dirigidos. El Colegio de Minería elaboraría un decreto especial para organizar sus propios estudios preparatorios.

Las carreras e instituciones que se contemplan en este plan se muestran en cuadro 1.4.

Cuadro 1.4 Instituciones de educación superior y profesiones de la reforma de 1843

Institución	Carreras
Colegio de San Ildefonso	Foro Eclesiástica
Colegio de San Juan de Letrán	Foro
Colegio de San Gregorio	Foro
Colegio de Medicina	Medicina
Colegio de Minería	Ciencias Naturales Y las determinadas por la propia institución: Agrimensor Ensayador Apartador de oro y plata Beneficiador de metales Ingeniero de minas Geógrafo Naturalista (la que en el Plan se denominó Ciencias Naturales)
Academia de San Carlos	Queda en su estado actual
Universidad de México	Queda en su estado actual

Fuente: Dublán y Lozano

Se estipuló que el Museo Nacional, el gabinete de historia natural y la cátedra de botánica se anexarán al Colegio de Minería. Asimismo, se estableció un artículo especial para los farmacéuticos:

Los que quieran profesar la farmacia, han de sujetarse a las leyes vigentes, tanto en las materias que han de cursar como preparatorias, como en las que correspondan a su profesión, y en la duración de los cursos respectivos. En los exámenes para obtener su título, se observará lo mismo que al presente.

Asimismo, se establece la Junta Directiva General de la Instrucción Pública compuesta por el Ministro de Instrucción Pública (presidente), el Rector de la Universidad de México (vicepresidente), los rectores de los Colegios de San Ildefonso, de San Juan de Letrán y de San Gregorio, los directores de los Colegios de Medicina y de Minería, el presidente de la compañía Lancasteriana, y de tres individuos de cada carrera nombrados por el Gobierno.¹²⁹

Dentro de estas reformas, el Colegio de Minería pasaba a constituirse como Instituto de Ciencias Naturales al crearse la carrera de Naturalista. Asimismo, se incorporó el término de “ingeniero” para denominar una profesión, la de Ingeniero de Minas. Además de incorporarse los estudios preparatorios también se contemplaron nuevas profesiones que no necesariamente tenían que aplicarse a la industria minera como se muestra en el cuadro 1.5. Para la doctora María de la Paz Ramos Lara, esta transformación daría luz a una de las acepciones más importantes para esta escuela debido a que por primera vez el término “ingeniero” se asociaba a una profesión de este colegio (con la transformación de perito a ingeniero de minas).¹³⁰

¹²⁹ Ríos Zúñiga R. y Rosas Íñiguez C. (2011). *op. cit.* p. 37

¹³⁰ Ramos Lara M. (2012). *Vicisitudes de la ingeniería en México (siglo XIX)*. México, UNAM-CEIICH, p. 70.

Cuadro 1.5. Carreras y sus planes del Colegio de Minería en 1843

ESTUDIOS PREPARATORIOS	AGRIMENSOR	ENSAYADOR
1) - Lógica -Ideología -Gramática castellana -Dibujo natural 2) -Matemáticas puras (aritmética, geometría elemental, trigonometría plana y álgebra) -Francés -Dibujo 3) -Geometría analítica y descriptiva -Teoría de la perspectiva y las sombras de los cuerpos -Estereotomía -Trigonometría esférica -Principios generales del cálculo infinitesimal -Francés -Dibujo	1-3) Estudios preparatorios 4) -Elementos de mecánica nacional -Teoría del calórico, de la electricidad y del magnetismo -Elementos de óptica, de acústica, de meteorología -Inglés -Delineación -Práctica	1-3) Estudios preparatorios 4) Igual al del Agrimensor 5) -Elementos de química general y aplicación de la parte inorgánica a la docimasia y metalurgia (tanto métodos nacionales como extranjeros) -Delineación -Inglés -Práctica (medio año en la oficina de ensaye de la ciudad de México y en el laboratorio del Colegio).
APARTADOR DE ORO Y PLATA	BENEFICIADOR DE METALES	INGENIERO DE MINAS
1-5 y medio) Igual al del Ensayador medio) Practicando en cualquier oficina de apartado	1-5) Igual al del Ensayador 6 y 7) Prácticas, 6 meses en el laboratorio del colegio y un año y medio en Guanajuato donde se establece un escuela de práctica.	1-5) Igual al Beneficiador 6) -Mineralogía -Geología -Explotación de minas -Alemán 7, 8 y 9) Práctica, Medio año cursando mecánica aplicada a la minería y análisis químico en el colegio; año y medio en la escuela de Guanajuato, y el último año en cualquier otro mineral.
GEÓGRAFO	NATURALISTA	
1-4) Igual al del Agrimensor 5 y 6) -Cosmografía, geodesia, uranografía y geografía 7 y 8) Practicando con los ingenieros geógrafos del gobierno.	1-6) Igual que el Ingeniero de Minas 7) -Botánica -Zoología	

Fuente: Ramos Lara, 1996.

Los estudios de medicina también sufrieron cambios en este periodo como se muestra en el cuadro 1.6:

Cuadro 1.6. Planes de estudio para la carrera de médico de los años de 1835, 1839 y 1846

Plan de 1835	Plan de 1839	Plan de 1846
Anatomía descriptiva	Anatomía descriptiva	Anatomía
Farmacología (elementos de botánica)	Botánica y Farmacología	Física médica
Fisiología e higiene	Fisiología e higiene	Química médica
Operaciones	Patología externa	Fisiología e higiene
Patología interna	Patología interna	Farmacología
Obstetricia y enfermedades de niños	Medicina operatoria	Patología externa
Farmacología	Obstetricia	Patología interna
Clínica externa	Terapéutica	Medicina operatoria
Clínica interna	Medicina legal	Obstetricia
	Clínica externa	Farmacología
	Clínica interna	Medicina legal
		Clínica externa
		Clínica interna

Fuente: Rodríguez, 2008

En el año de 1844, Baranda presentó una Memoria del Ministerio de Justicia e Instrucción Pública, en la que hace algunas críticas y diagnósticos como los siguientes:

La física era generalmente aprendida por solas las lecciones que se daban, explicando el texto del autor, careciéndose en lo absoluto de la parte experimental, sino eran en uno u otro colegio donde había algunos instrumentos para dar una idea generalísima, y casi de curiosidad, sobre electricidad, galvanismo o alguna cosa semejante.

La carrera de ciencias naturales no se había seguido sino con relación a la minería y aunque las diversas cátedras que se han establecido llevan el nombre de las ciencias que se enseñan, esto no era con la extensión que podía suponerse, sino limitados con ligeras excepciones a los conocimientos que requería el ejercicio de la profesión de peritos mineros y beneficiadores de metales.

En la carrera de medicina se puede asegurar firmemente que nada existía. Unos cuantos cursos en la Universidad, en los que poco o nada se aprendía, y la práctica en los hospitales, era todo lo que servía para formar un médico; de suerte que los adelantos de algunos profesores aventajados eran debidos a su excelente disposición intelectual, o a la casualidad de hallar un maestro instruido que les abría las puertas del saber. Tal estado de cosas permaneció hasta que se logró establecer la Escuela de Medicina, que en sentir de los inteligentes contenía toda la perfección que podía conseguirse en México. La planta de la escuela fue magnífica, pero muy presto halló contradicciones aun para conseguir local en que dar las cátedras, y faltó casi en lo absoluto el sueldo de los catedráticos. A pesar de esto, debe mencionarse el ejemplo recomendable que dieron los profesores, sosteniendo el establecimiento en medio de tales contrariedades, y sirviendo con dedicación sin mucha esperanza de estipendio.

No era poca ventaja haber establecido en México el cultivo de ciencias exactas, bajo de una planta verdaderamente nueva y casi desconocida para nosotros. Compárese lo que se aprendía en los llamados cursos de filosofía, y lo que tenía que aprenderse en la escuela de minas, y se verá la excesiva diferencia casi tan grande como la que hay de lo positivo a lo negativo: ya, pues, el hecho de haberse creado ese establecimiento ha sido un paso muy avanzado, y lo fue mucho mayor cuando a su ejemplo se levantó otro semejante en Guanajuato. Los merecidos elogios que tributó el Barón de Humboldt al Colegio de Minería son por otra parte característicos, porque muestran lo que es, y lo que pueden ser, reconocen los beneficios de lo existente, y se prometen adelantos para lo futuro. Esos adelantos eran los que correspondían procurarse para dar todo su valor y llenar plenamente el objeto de esa enseñanza. Se ha notado también que el gabinete de física y el laboratorio químico, necesitaban de una gran reforma, porque se hallaban demasiado incompletos.

En la forma dada a la carrera de medicina no se hizo alteración, porque su arreglo era muy moderno, acomodado al estudio actual de la ciencia, con toda ventaja que se puede proporcionar en México. Pero siendo notorio que en los estudios preparatorios que antes se hacían, eran de poco provecho las cortas nociones de Física, y poco adecuadas las de Química, fue preciso hacer una variación importante, procurándose el establecimiento de cátedras particulares de Física y Química, que se diesen lecciones de aquellas materias que fuesen necesarias para facilitar los ulteriores conocimientos del estudiante

médico. En las ciencias naturales se dio toda la extensión posible, ampliando las materias, subdividiéndolas en varias cátedras, y generalizándolas para muchas profesiones y carreras.

En el Colegio de Minería que hoy es de ciencias naturales, no ha habido necesidad de esperar la creación de fondos: ya desde antes tenía la asignación de veinticinco mil pesos anuales, del fondo dotal del establecimiento de Minería, y como nuevamente se creó el fondo de azogues de que se hablará más adelante, de éste se le señalaron otros veinticinco mil pesos, con los que puede llegar a un estado brillante de prosperidad y engrandecimiento.

El Colegio de Minería de esta capital, ha sido ya montado en el conforme a la ley de su arreglo que se propuso al Gobierno su infatigable Director, y en el que se desarrolló perfectamente la idea de generalizar la enseñanza, de ampliarle, de continuar las diversas carreras y hacer allí un verdadero plantel de sabios. El año presente ha dado principio enteramente conforme el plan, y ese magnífico colegio que llevó las miradas y mereció los elogios de un ilustre viajero, verá cumplidos sus vaticinios, y llamará después la atención de la Europa. A más del establecimiento de su enseñanza, se ha dispuesto la mejora y perfección del gabinete de Física y laboratorio Químico, y ya a la fecha se ha pedido a Europa una sobresaliente colección de instrumentos que será un ornato casi desconocido entre nosotros, y una prueba de los adelantos del saber.

Lo que necesitó medidas urgentes fue el colegio de Medicina, porque el local que tenía, apenas daba lugar para las cátedras, y no había donde recibir colegiales, ni fondos para conservarlo como convenía. Por eso los estudiantes vivían en casas particulares, y muchos de ellos venidos de fuera de la capital, lejos de sus familias y expuestos a todo género de seducción.

El Colegio de San Ildefonso recibió con esto una mejora de tamaño, porque será más afluente el número de colegiales, sus fondos mejoran, y tiene una carrera más con la brillantez con que está cimentada la Medicina. Se aumentará igualmente con el establecimiento de las cátedras de Física y Química, que van a quedar con sus respectivos gabinetes, en un estado de perfección muy adelantada y que realzará el mérito de ese establecimiento. Por el próximo paquete van a Europa los pedidos de instrumentos útiles y necesarios y serán tan completos que esas cátedras rivalizarán con las del Colegio de Minería. Con esto tendremos pronto tres colecciones excelentes de instrumentos para la Física experimental: la

de Guanajuato, que es la mejor que hoy tiene la República; la del colegio de Minería, y la del de Medicina. Se notará por cualquiera inteligente que el surtido de máquinas y aparatos que se procuraba para los colegios era muy incompleta; había regularmente lo más notable, pero cada colección estaba trunca. Si se querían dar lecciones sobre cualquiera parte de la Física, había con qué hacer algunas operaciones experimentales; pero otras quedaban sin darse, aun en aquellas materias más traquedas [sic] y más generales, como el movimiento de los cuerpos, la Mecánica, la Electricidad, la Hidráulica e Hidrostática. Hoy no será así porque se ha seguido la regla de saberse la colección de aparatos que deben servir para enseñar cada ramo de la física, y los pedidos se han extendido a todo lo que se necesita.¹³¹

En la Memoria de 1845 el mismo Baranda informaba lo siguiente:

La enseñanza de la medicina va a recibir grande impulso. Han llegado noventa y un cajones con máquinas, instrumentos, y todo lo necesario para un gabinete de física, y un laboratorio de química médica. El afanoso empeño de la Junta de estudios, se encargó de traer a la capital ese precioso depósito en los momentos críticos de la revolución, comprometiendo su crédito para los crecidos gastos de transporte. Para poner en estado de servicio esos preciosos útiles que van a dar impulso a la enseñanza, se necesitan nuevos gastos: el gobierno cree que deben hacerse, porque son de un carácter imprescindible.

El Colegio de Minería, cuya dotación ha sido aumentada con veinte y cuatro mil pesos del fondo de azogue, sobre los veinte y cinco mil que ya le estaban asignados, ha recibido grande ensanche en la enseñanza; sin embargo, el gobierno cree deber reducir el colegio a la dirección de la Junta de Minería, porque es justo que los que contribuyen liberalmente para el sostenimiento de esa casa de estudios, tengan parte en lo económico del establecimiento.

A su vez en el periódico Siglo Diez y Nueve se publicó la *Memoria que en forma de dictamen presentó la Comisión Permanente, a la Junta General de Instrucción Pública sobre este*

¹³¹ Ríos Zúñiga R. y Rosas Íñiguez C. (2011). *op. cit.*, pp. 90-101

ramo, en cumplimiento de la ley de 11 de agosto de 1843, y pasado al gobierno de la misma junta. De esta se destaca lo siguiente:

CIENCIAS MÉDICAS

La medicina, descuidada en México antes de la independencia, comenzó a cultivarse después con más empeño y eficacia. Trece años de proyectos, de solicitudes y de esperanzas dieron el fin por resultado, la fundación de un colegio de ciencias médicas, montado de un modo serio, ilustrado y filosófico; por este mérito, lejos de ponerlo a cubierto de los tiros de gentes poco ilustradas, le han hecho experimentar ataques y reveses que ciertamente no merecía. Al fin, la costumbre de ver un nuevo establecimiento científico y regularizado, hizo que aquel colegio fuera tomando más solicitud y estabilidad. El plan de enseñanza es el más completo que en su género puede establecerse en la república; once cátedras están destinadas a los diversos ramos de medicina, sin contar con dos de nueva creación, la de física y la de química médicas, fundadas por el decreto de Agosto del año pasado. Con tales elementos, deben prosperar bastante las ciencias médicas, sobre todo, si se considera que por una orden del ministerio, se ha pedido a Francia una inmensa variedad de instrumentos, máquinas y utensilios para el servicio de las cátedras, colección cuyo importe llega a diez y ocho mil pesos fuertes, y de la cual se ha recibido ya una parte, y el resto ha llegado a Veracruz. Ni esto es lo único con que cuenta la escuela de medicina, porque en diversas épocas recientes le han venido varias cajas de cirugía, y algunas curiosidades físicas, sin contar con una biblioteca, que si no es muy abundante, es ciertamente selecta, formada en parte con libros pedidos a Europa, y en parte con las donaciones de los profesores.

Las ciencias médicas en esta capital, han marchado con más regularidad y armonía; mayor ha sido la copia de luces, porque es también más grande la copia de recursos, es más abundante el número de estudiantes y de cátedras, las lecciones son prácticas y teóricas a un tiempo, y los libros que sirven de texto, son muy selectos, sin perjuicio de que los profesores expliquen sus ideas peculiares, cuando no son conformes con las de los autores. Los exámenes parciales del presente año han sido por lo común satisfactorios, y no tenemos motivo para tener algún atraso para lo sucesivo. Otra circunstancia notable se presenta, y es que con los nuevos instrumentos, máquinas y aparatos se aumentarán los medios de investigación, y por tanto, deben ser más completas y exactas las lecciones que necesiten de semejantes

recursos. En medio de tanto progreso, sólo tenemos el disgusto de que ha faltado la enseñanza en una de las cátedras más importantes; pero no será así en el año siguiente.

En cuanto a la práctica civil de la medicina y cirugía, a lo menos en esta capital y en Puebla, sabemos que, de poco tiempo a esta parte, ha caído en descrédito el último sistema, que por veinte años dominó en la Europa, y hoy está abandonado acá y más allá de los mares. Con relación a la cirugía, que ha perdido mucho de su funesta actividad, y se ve reducida hoy a un ajuste y prudente lentitud y a una sobria templanza.

MINERÍA

El Colegio de Minería es quizá el establecimiento científico mejor organizado que tenemos, y comprende ramos del más vivo interés para la república. Las lenguas castellana, francesa, inglesa y alemana, la ideología, y lógica, el dibujo y la delineación, las matemáticas, la física, la química, la mineralogía, la geología, la cosmografía, geodesia, uranografía, geografía, botánica y zoología, he aquí los conocimientos, a cuya enseñanza está destinado ese colegio de tan merecida reputación. La dirección que hemos dado a nuestros estudios no nos permite entrar en pormenores científicos acerca de aquel establecimiento, y solamente se nos permitirá hacer algunas observaciones generales. Sentimos vivamente que la lengua alemana, lengua tan erudita y tan apreciable para todos los literatos, y señaladamente para los discípulos de la minería, no haya contado más que con dos estudiantes en este año pasado. En cuanto a las matemáticas, sentimos que se haya tomado por texto a Bails; bien que los Señores Catedráticos han tenido la discreción de añadir y perfeccionar las lecciones con otros autores y con sus conocimientos personales, medida que ha puesto a los discípulos al corriente del día. En cuanto a la física, diremos, que si todavía se enseña por Brisson, creemos que el ilustrado catedrático habrá perfeccionado con sus excelentes conocimientos aquellos ramos de la física, que hoy están tan adelantados, como la electricidad, el magnetismo, el galvanismo, etc. En cuanto a la uranografía, sentimos que no se hayan dado en este año lecciones y observaciones, o por falta de buenos instrumentos o por falta de discípulos; pero sí esperamos que en adelante se darán allí buenos cursos uranográficos. Sentimos que no se hayan dado en el año anterior lecciones de zoología, parte tan curiosa e importante de la historia natural, y que en México ofrecerá mil particularidades, por cuanto

sus producciones del reino animal mal conocidas en Europa, deben presentar muchas novedades zoológicas. Fundada esta cátedra el año pasado, probablemente faltará todavía un museo de este ramo científico, colección que, por desgracia, necesita mucho tiempo para formarse; pero esperamos de las luces, juicio y eficacia del Señor Profesor respectivo, con cuya amistad nos honramos, que dentro de pronto habrá reunido los objetos más precisos para sus lecciones. En cuanto a la geología, ese mismo sabio y modesto profesor, ha trabajado en este año escolar, explanando sus ideas sobre las diversas épocas geológicas, sobre los terrenos estratificados y de cristalización, sobre la edad de las capas fosilíferas, probada por sus fósiles respectivos, y dado nociones sobre estos mismos restos orgánicos, así como sobre sus relaciones de localidad en los lechos más o menos antiguos: sobre las minas de carbón, de sales y de metales diversos; sobre la aguas termales, sobre la formación y acrecimiento de las rocas de cristalización, sobre el fuego central y los fenómenos que de él emanan, como los terremotos, volcanes, erupciones, elevaciones y hundimientos de terrenos, etc. Estos estudios nuevos para México, y no muy viejos para Europa, ofrecen no sólo el más puro interés de curiosidad científica, sino que también presentan grandes miras de utilidad industrial, de que se han aprovechado tanto los ingleses y alemanes, y que con el tiempo darán mucho fruto a la república, por medio de los pozos artesianos, de la explotación de los metales y de los mármoles, y sobre todo, de los depósitos carboníferos de que tanto necesitamos.¹³²

A pesar de la situación complicada que se vivía en México, en ese mismo año de 1845 se instauraron dos escuelas de educación superior.

La primera de ellas fue una escuela de agricultura denominada el Gimnasio Mexicano. Gracias a la iniciativa particular de José Urbano Fonseca se fundó esta escuela en septiembre de ese año, estaba ubicada en el Olivar del Conde y era auspiciada por el Ateneo Mexicano. De acuerdo con De Zayas "...la falta de protección de parte del Gobierno, las revoluciones y la falta de fondos, fueron causa de que en breve desapareciera...".¹³³

¹³² Ríos Zúñiga R. y Rosas Íñiguez C. (2011). *op. cit.*, pp. 123-125

¹³³ De Zayas Enríquez R. (25 de noviembre de 1892). "Escuela de Agricultura. Algo de Historia". *El Partido Liberal*, p. 1.

El siguiente intento por establecer la enseñanza agrícola se dio en el Estado de México en 1846 cuando se publicó un bando de los Estatutos de la Sociedad Agricultura del Estado de México, en lo que se le encomendaba a esta sociedad el establecimiento de escuelas especiales para la enseñanza agrícola. No obstante. “...los acontecimientos políticos no dejaron llevar a la práctica tan nobles pensamientos”.¹³⁴

En 1849, de nueva cuenta José Urbano Fonseca, como miembro de la Junta Directiva del Colegio de San Gregorio, propuso la implementación de la enseñanza agrícola en esa institución y las prácticas en la Hacienda de San José Acolman (que era propiedad del mismo colegio) ubicados en Texcoco. Esta iniciativa sí pudo consolidarse pues en 1850 se publicaron el plan y los programas y en 1851 y 1852 se logró que el gobierno le asignara fondos tanto para las prácticas como para la manutención de cuatro alumnos.¹³⁵

La segunda fue el Instituto Comercial, que abrió sus puertas en octubre de 1845. Fue auspiciado por el Tribunal de Comercio y dirigido por Benito León Acosta. La vida de esta institución fue muy corta pues fue clausurado en 1847.¹³⁶ Además, en ese mismo año se instauraron el Colegio Mexicano de San Felipe de Jesús, que pretendía ser un establecimiento agrícola, fabril y comercial, en el que se enseñaría a los jóvenes principios de legislación y economía política y el Colegio científico y comercial de Agustín Richarder, el cual era particular.¹³⁷

Estos cambios e iniciativas se dieron en una época de mucha inestabilidad en el terreno político. Antonio López de Santa Anna fue elegido presidente en 1844, sin embargo,

¹³⁴ *Ídem*

¹³⁵ *Ídem*

¹³⁶ Ávila Galinzoga J. (2011). *op. cit.*, pp. 143 y 147

¹³⁷ Staples A. (2012). “Ciudadanos respetuosos y obedientes”. En Gonzalbo P. y Staples A. (coordinadoras). *Historia de la educación en la Ciudad de México*. México, D.F.: Secretaría de Educación del Distrito Federal y el Colegio de México, p. 231.

fue necesario colocar a Valentín Canalizo como interino por la ausencia de Santa Anna. Cuando regresó a tomar su puesto se encontró con la situación de la anexión de Texas y unas arcas nacionales exhaustas. Aun así, pidió aumentar el ejército a treinta mil hombres y que los contribuyentes mexicanos fueran quienes sostuvieran sus campañas militares.

El general Mariano Paredes y Arrillaga se levantó en armas contra el gobierno en Guadalajara, por lo que el Ministro de Guerra Isidro Reyes mandó llamar a Santa Anna quien se había retirado a Manga de Clavo, entre otras cosas, por el fallecimiento de su esposa. Se dirigía el general al combate contra Paredes y Arrillaga cuando se enteró que en la Ciudad de México había un levantamiento contra el presidente Canalizo, por lo que emprendió su regreso.

En efecto, el presidente Canalizo fue hecho prisionero por un levantamiento por parte del Congreso y había sido nombrado presidente José Joaquín Herrera. Ante esto Santa Anna, se despidió de sus soldados, envió su renuncia a la capital al cargo de presidente del país y redirigió su camino hacia Veracruz. Sin embargo, antes de llegar a su destino fue hecho prisionero en la fortaleza de Perote y liberado cuatro meses después con la condición de que se exiliara en el extranjero.

En el periodo que va desde finales de 1845 hasta enero de 1851 ocuparon la presidencia José Joaquín Herrera, Mariano Paredes y Arrillaga, Nicolás Bravo, José Mariano Salas, Valentín Gómez Farías, Antonio López de Santa Anna, Pedro María Anaya y Manuel de la Peña y Peña a quienes les tocó enfrentar diversas situaciones críticas entre las que se destaca la guerra con Estados Unidos en la que México perdió más de la mitad de su territorio

al firmarse los Tratados de paz, amistad y límites de Guadalupe-Hidalgo a principios de 1848.¹³⁸

1.5 Proyectos educativos durante la Reforma y el Segundo Imperio

Después de la guerra con Estados Unidos, José Joaquín Herrera asumió la presidencia. El 15 de enero de 1851 le entregó el poder de manera pacífica a Mariano Arista, quien resultó ganador en las elecciones del año anterior. Tanto Herrera como Arista procuraron que su gobierno estuviera integrado por políticos de las diversas posturas ideológicas y sus gabinetes estuvieron formados tanto por centralistas como por federalistas.¹³⁹

Sin embargo, este periodo estuvo marcado por varias revueltas y levantamientos dentro del territorio nacional y por invasiones filibusteras en el norte del País. La situación llegó a su punto más crítico en julio de 1852 al pronunciarse el Plan del Hospicio en el que se declaraba el cese de los poderes públicos y se solicitaba el regreso de Antonio López de Santa Anna.¹⁴⁰

El presidente Arista renunció en enero de 1853. Antes de la llegada de Santa Anna, tanto los centralistas como los federalistas le enviaron sendas cartas a través de Lucas Alamán y Miguel Lerdo de Tejada, respectivamente, sobre la mejor forma de conducir el gobierno.

La carta que redactó Alamán, y que finalmente fue la que tomó en cuenta Santa Anna, le aclara que es necesario preservar la religión católica porque es el único lazo que liga a

¹³⁸ Valadés J. (1872). *Orígenes de la República Mexicana*. México, D.F.: Editores Mexicanos Unidos, pp. 440-451.

¹³⁹ Díaz L. (2000). “El liberalismo militante”. *Historia General de México*. México, D.F.: El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos, pp. 585 y 586.

¹⁴⁰ Iturriaga J. (1954). “Cómo se gestó el último gobierno de Santa Anna”. En De la Cueva M. *Plan de Ayutla. Conmemoración de su primer centenario*. México: Ediciones de la Facultad de Derecho.

todos los mexicanos y que “...estamos decididos contra la federación; contra el sistema representativo...”.¹⁴¹

Santa Anna, quien llegó en abril de 1853 gobernó con los centralistas, nombrando para su gabinete a Lucas Alamán para Relaciones Exteriores, a Teodosio Lares (1806-1870) para Justicia, Negocios Eclesiásticos e Instrucción Pública, a Joaquín Velázquez de León para Fomento, a Antonio de Haro y Tamariz para Hacienda y a José María Tornel para Hacienda, entre otros. Este gabinete inicial de Santa Anna duró poco, pues Alamán murió en junio de ese año y poco después Tornel. Haro y Tamariz renunció a su cargo de ministro de Hacienda.¹⁴²

No obstante, Santa Anna intentó, como se había hecho en ocasiones anteriores, integró también a liberales a su proyecto de gobierno. Por ejemplo, Miguel Lerdo de Tejada fue nombrado oficial mayor del Ministerio de Fomento, Colonización Industria y Comercio.

En diciembre de 1854 se decretó un Plan General de Estudios y su correspondiente reglamento se dio conocer en junio de 1855. En éste se reglamentan los estudios primarios, secundarios o preparatorios y superiores.

En este caso se establece una instrucción preparatoria que tendría una duración de seis años y sería la base para los estudios superiores. Estos estudios se dividían en dos periodos: de Latinidad y Humanidades y de Filosofía y Ciencias como se muestra en el cuadro 1.7:¹⁴³

¹⁴¹ González Pedrero E. (2017). *País de un solo hombre: el México de Santa Anna. Vol. III*. México, D.F: Fondo de Cultura Económica, p. 319.

¹⁴² *Ibidem*, p. 334

¹⁴³ Meneses Morales, E. (1983). *Tendencias educativas oficiales en México, 1821-1911*. México: Porrúa, pp. 138 y 139.

Cuadro 1.7. Currículo de los estudios preparatorios de 1854

Primer periodo

Gramática latina, o sea analogía	Repaso de la gramática castellana
Elementos de historia sagrada	Sintaxis y ortografía de la lengua latina y de la particular de
Elementos de cronología	México
Prosodia de la lengua latina	Elementos de historia antigua con la de la edad media
Elementos de Historia moderna	Principios de literatura

Segundo Periodo

Psicología y Lógica	Metafísica
Francés	Religión
Filosofía moral	Elementos de matemáticas
Segundo de Francés	Física Experimental
Nociones de Química	Elementos de cosmografía y geografía
Inglés	

Fuente Meneses Morales, 1983

En 1855 hubo una reforma en el plan de los estudios de medicina al incorporar nuevas cátedras:

Cuadro 1.8. Plan de estudios para la profesión de médico en 1855

Anatomía descriptiva	Patología externa
Física médica	Patología interna
Química médica	Medicina operatoria
Historia natural médica	Materia médica
Inglés	Medicina legal
Fisiología e higiene	Clínica interna
Farmacología	Clínica externa
	Obstetricia

Fuente Rodríguez Pérez, 2008

En ese mismo año, la Junta de Catedráticos de la Escuela de Medicina acordó que todas las plazas de catedrático ya sea propietario o adjunto se daría por concurso de

oposición, sin cuyo requisito haría nulo cualquier nombramiento. Además, se dispuso que toda Escuela de Medicina establecida o que se estableciera estaría regida por el reglamento elaborado en la Escuela Nacional de Medicina de la Ciudad de México.¹⁴⁴

Hasta mediados de la década del 50 del siglo XIX, el antiguo general insurgente Juan Álvarez no había figurado de manera notoria en la política nacional. Este personaje que luchó en las filas de José María Morelos y Pavón y Vicente Guerrero en favor de la independencia de México fue el primer gobernador del Estado de Guerrero, el cual fue creado a finales de 1849.

Cuando Santa Anna designó a Lucas Alamán Ministro de Relaciones y, en la práctica en el ministro cuyas ideas tendrían mayor relevancia en el gobierno, Álvarez manifestó que, si Alamán continuaba en el gobierno, el sur se pondrá en armas (Alamán había sido acusado en la década del 30 de ser el autor intelectual del asesinato del antiguo jefe y amigo de Juan Álvarez: Vicente Guerrero).¹⁴⁵

No obstante, el ministro Alamán murió apenas un par de meses después de constituido el nuevo gobierno. Sayeg Helú menciona que "...la muerte de Alamán sólo sirvió para que el absolutismo desenfadado y extravagante de Santa Anna se acentuara más...". El presidente Santa Anna había expedido decretos centralizando el poder y las rentas, además los Estados se habían transformado a Departamentos y había impuestos para ventanas y balcones de las casas. Aunado a lo anterior, también vendió la porción del territorio nacional conocido como La Mesilla, cuyas negociaciones se dieron en 1853 y consumándose en 1854.¹⁴⁶

¹⁴⁴ Martínez Barbosa X. y Zacarías Prieto J. (2014). *Libro de Juntas de Profesores de la Escuela Nacional de Medicina 1851-1853*. México, D.F.: UNAM, Facultad de Medicina, Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina, pp. 4 y 5.

¹⁴⁵ Bushnell C. (2010). *La carrera política y militar de Juan Álvarez*. México, D.F.: Tribunal Superior de Justicia, p. 200.

¹⁴⁶ Sayeg Helú, J. (1987). *El Constitucionalismo Social Mexicano. La integración constitucional de México (1808-1986). Tomo I*. México: ENEP-Acatlán, Acciones y Valores de México, INHERM, p. 371.

El 27 de febrero de 1854 se reunieron en el pueblo de Ayutla, Guerrero, varios militares convocados por el coronel Florencio Villarreal para analizar la situación política de México. El resultado de esta reunión fue el Plan de Ayutla, el cual fue proclamado el 1º de marzo y en el que, después de ser modificado por Ignacio Comonfort, se pedía la destitución de Santa Anna.

Los ejércitos de la Revolución de Ayutla, encabezados por Comonfort, obtuvieron triunfos contundentes sobre las fuerzas federales, comandadas por Santa Anna en persona, en el territorio de Guerrero. En este periodo Comonfort defendió el movimiento. Varios políticos se unieron al movimiento, entre ellos el cacique neoleonés Santiago Vidaurri, el general del ejército del gobierno Félix Zuloaga, así como el grupo de políticos y pensadores partidarios del federalismo que se encontraban desterrados en Nueva Orleans que incluía a Benito Juárez, Melchor Ocampo, Guillermo Prieto, Ponciano Arriaga, José María Mata, Miguel Arrijoja y Manuel Ruiz, entre otros.

El 9 de agosto de 1855, Antonio López de Santa Anna huyó de México dejando a cargo del gobierno a un triunvirato formado por Ignacio Pavón, Mariano Salas y Martín Carrera. El 4 de octubre de ese mismo año, Juan Álvarez asumió la presidencia. Su gabinete estuvo formado por Benito Juárez, Miguel Lerdo de Tejada, Melchor Ocampo, Ponciano Arriaga, Guillermo Prieto e Ignacio Comonfort. Poco después renunciarían los miembros del gabinete de Álvarez, quien renunció al cargo el 11 de diciembre de ese mismo año nombrando sustituto a Ignacio Comonfort.

Después del triunfo de la Revolución de Ayutla se expidieron un conjunto de leyes de las que se destacan la Ley Juárez o Ley sobre Administración de Justicia Orgánica de los Tribunales de la Nación, del Distrito y Territorios (expedida el 23 de noviembre de 1855) suprimía los tribunales especiales, con excepción de los eclesiásticos y militares, los cuales

solo subsistirían de manera temporal. El 25 de junio de 1856 se expidió la Ley Lerdo o Ley de Desamortización de las Fincas Rústicas y Urbanas de las Corporaciones Civiles y Religiosas de México. Esta Ley fue elaborada por el Ministro de Hacienda Miguel Lerdo de Tejada. La Ley Iglesias, expedida el 11 de abril de 1857, que trataba de los aranceles parroquiales.

Al presidente Ignacio Comonfort también le tocó la promulgación de la Constitución de 1857. Dentro de esta nueva Carta Magna, el artículo 3º es el que se refiere a la educación:

ART. 3. La enseñanza es libre. La ley determinará qué profesiones necesitan título para su ejercicio, y con qué requisitos se deben espedir.¹⁴⁷

Dentro de los impulsos que dio Comonfort se encuentran el decreto de cursos de veterinaria, agricultura e ingeniería en la Escuela de Agricultura.¹⁴⁸ Además, el 18 de abril de 1856, Comonfort decretó la creación de una Escuela Industrial de Artes y Oficios, en la que la educación fuera gratuita, científica y práctica. Esta institución otorgaría el título de oficial. El objetivo era formar mano de obra calificada para la industria. José Urbano Fonseca participó en la creación de esta escuela. En el decreto de creación se menciona que los alumnos de esta escuela podrían aprovechar provisionalmente los cursos de la Escuela de Agricultura. También se estipuló que el Distrito, los Estados y Territorios tenían derecho de enviar ocho, cuatro y dos alumnos respectivamente a esta escuela. Los gastos correrían por cuenta de la misma institución. Además, se establecería una Junta Protectora que se haría cargo de la escuela y tendría entre sus funciones promover que tanto en los Estados como en los Territorios se establezcan juntas que tomen a su cargo el desarrollo de las artes y de la

¹⁴⁷ “Constitución Federal de los Estados Unidos Mexicanos” Recuperado Julio 26, 2019 de Orden Jurídico. Sitio web: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Constitucion/1857.pdf>

¹⁴⁸ Soto Lescale M. (1997). *op cit.*, p. 137.

industria agrícola, fabril y manufacturera en función de los recursos naturales y las características del suelo de cada región. Otra de sus funciones sería establecer relaciones con las instituciones europeas que pudieran aportar algo a la escuela.¹⁴⁹

En un principio se implementaron talleres dirigidos a formar mano de obra para la industria minera y textil, aunque posteriormente la enseñanza se enfocó a los talleres de herrería, carpintería, carrocería, cantería, talabartería, zapatería y sastrería.¹⁵⁰

Asimismo, se autorizaba que tanto el Colegio de Minería como la Academia de San Carlos podían expedir los títulos de agrimensor.¹⁵¹

Por otro lado, Comonfort nombró una Comisión Visitadora de la Universidad para que redactara un informe sobre el estado en el que estaba la institución. Una vez cumplida ésta, la Universidad quedó clausurada el 14 de septiembre de 1857.¹⁵² En ese año también se decretó la creación de una Escuela Normal para Profesores.¹⁵³

Esa época fue de mucha inestabilidad. En muchos lugares de la República había pronunciamientos en contra de la nueva Constitución. Una de las conspiraciones que se dio en la Ciudad de México, organizada por Manuel Payno, quien era el Ministro de Hacienda y Félix Zuloaga, convenció al presidente Comonfort de dar un golpe de Estado en contra de la Constitución. Así, el 17 de diciembre se promulga el Plan de Tacubaya en el que se desconoce la Carta Magna.

Tras estos acontecimientos, Benito Juárez asume el cargo de Presidente por estar a cargo de la Suprema Corte de Justicia, pues así estaba estipulado en el artículo 79 de la

¹⁴⁹ Ávila Galinzoga J. (2011). *p. cit.*, pp. 169-172

¹⁵⁰ *Ibidem*, p. 181.

¹⁵¹ Soto Lescale M. (1997). *op. cit.*, p. 137

¹⁵² Menéndez L. (1996). *Escuela Nacional de Altos Estudios y Facultad de Filosofía y Letras. Planes de Estudio, Títulos y Grados. 1910-1994. Volumen I.* (Tesis de Doctorado). UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, p. 31

¹⁵³ Soto Lescale M. (1997). *op. cit.*, p 145

Constitución. Al mismo tiempo, los sublevados del Plan de Tacubaya desconocen a Comonfort como presidente y nombran a Zuloaga, quien toma la Ciudad de México y deroga las leyes de Juárez, Lerdo e Iglesias.

A partir de entonces se dan una serie de batallas entre los ejércitos de los gobiernos de Zuloaga y de Juárez. Esta lucha se conoce como la Guerra de los Tres Años o Guerra de Reforma. Durante parte de este conflicto Benito Juárez estableció su gobierno en primer lugar en Guanajuato y después en Veracruz, lugar desde donde promulgó en 1859 las llamadas Leyes de Reforma: Ley de Nacionalización de Bienes Eclesiásticos, Ley Sobre Matrimonio Civil y Ley Orgánica del Registro Civil. El presidente conservador Miguel Miramón las declara nulas.

Después de varias batallas militares en las que ganaban en algunos casos los conservadores y en otros los constitucionalistas, finalmente las victorias del general constitucionalista Jesús González Ortega le dan la victoria al bando del presidente Juárez. González Ortega promulga las Leyes de Reforma en la Ciudad de México el 28 de diciembre de 1860. El 11 de enero de 1861, Juárez y su gobierno entran a la Ciudad de México.

Tanto los gobiernos conservadores como los liberales hicieron modificaciones y reformas en las instituciones de la Ciudad de México.

El Colegio de Minería transformó nuevamente sus carreras en 1858 (cuadro 1.9) por conducto de José María Saldívar Ministro de Fomento, Colonización, Industria y Comercio del gobierno del presidente interino Félix Zuloaga:¹⁵⁴

¹⁵⁴ Ramos Lara, M. (1996). *op. cit.*, p. 72

Cuadro 1.9. Planes de estudio en el Colegio de Minería en 1858.

<p>Estudios preparatorios Principios de religión Aritmética Gramática castellana Principios de dibujo natural Francés</p> <p>Ensayador y Apartador Primer curso de matemáticas Física Química Docimasia Tres meses de práctica en las oficinas de ensaye y apartado nacionales</p> <p>Beneficiador de metales Igual que el ingeniero de minas y análisis química en el octavo año</p> <p>Ingeniero geógrafo Del primero al cuarto año igual que el ingeniero de minas <i>Quinto año</i> Prácticas</p> <p>Ingeniero topógrafo o agrimensor Seguirán los estudios que previene la ley</p>	<p>Ingenieros de Minas <i>Primer año</i> Primer curso de matemáticas (álgebra, geometría, aplicación del álgebra a la geometría y trigonometría plana Perfección del dibujo natural Perfección del idioma francés Religión <i>Segundo año</i> Segundo curso de matemáticas (trigonometría esférica, geometría analítica, series y cálculo diferencial e integral Geometría descriptiva Dibujo de paisaje Idioma inglés <i>Tercer año</i> Mecánica racional e industrial Topografía y geodesia Dibujo lineal Idioma inglés <i>Cuarto año</i> Física Astronomía Dibujo lineal Idioma inglés <i>Quinto año</i> Química general y docimasia Botánica Zoología y anatomía comparada Idioma alemán <i>Sexto año</i> Mineralogía Geología y paleontología Idioma alemán <i>Séptimo y octavo año</i> Instrucción especial y práctica en la Escuela de Fresnillo</p>
--	--

Fuente: Ramos Lara, 1996

Dentro de las medidas adoptadas por el gobierno de Juárez, estuvo una vez más la supresión de la Universidad. La institución había sido reabierto en el año de 1858 por el gobierno de Zuloaga. Además, en un decreto del 18 de febrero establece que: “El despacho de todos los negocios de la instrucción pública, primaria, secundaria y profesional, se hará en lo sucesivo por el Ministerio de Justicia e Instrucción Pública”.¹⁵⁵

¹⁵⁵ González Villarreal R. y Arredondo A. (2017). “1861: La emergencia de la educación laica en México”. *Historia Caribe*. XII (30), p. 34.

Ignacio Ramírez “El Nigromante” fue nombrado Ministro de Justicia e Instrucción Pública. El 15 de abril de 1861 publicó el decreto por el cual se arregla la Instrucción Pública en el Distrito Federal y los Territorios.¹⁵⁶

El artículo sexto de esta Ley hace referencia a los estudios superiores. Las escuelas especiales que se reconocen son: Jurisprudencia, Medicina, Minas, Artes, Agricultura, Bellas Artes y Comercio. Se establece la durabilidad y los contenidos de las escuelas preparatorias para ingresar a las diferentes escuelas especiales, con la característica de que, para ingresar a Jurisprudencia y Medicina, los estudios preparatorios deberán hacerse en el establecimiento de la misma escuela, lo cual no es indispensable para el resto de las escuelas especiales. Asimismo, la duración de los estudios especiales es diversa y variaba de acuerdo con las asignaturas formativas adicionales. Esto se muestra en el cuadro 1.10

Cuadro 1.10. Estudios Preparatorios en el Plan de 1861

Latín	Griego
Inglés	Alemán
Italiano	Elementos de aritmética
Álgebra	Geometría
Física	Ideología
Lógica	Metafísica
Moral	Elementos de Cosmografía
Geografía	Cronología
Economía Política y estadística	Dibujo natural y lineal
Elementos de historia general y del país	Manejo de armas

Fuente Meneses Morales, 1983

Meneses opina que las omisiones más sensibles de este plan eran química, francés, literatura y gramática castellana.¹⁵⁷ Sin embargo, en este nuevo plan tampoco hay contenidos

¹⁵⁶ González Villarreal R. y Arredondo A. (2017). *op. cit.*, p. 37

¹⁵⁷ Meneses Morales, E. (1983). *op. cit.*, p. 155

que tengan que ver con religión, a diferencia del plan anterior, el cual incluía “Elementos de Historia sagrada” y “Religión y filosofía moral” como asignaturas obligatorias.¹⁵⁸

En 1862, hubo reformas al plan de estudios de la carrera de medicina como se muestra en el cuadro 1.11:

Cuadro 1.11. Materias de la carrera de medicina en 1862

Anatomía descriptiva	Patología interna
Física médica	Medicina operatoria
Química médica	Farmacología
Historia natural médica	Clínica interna
Fisiología e higiene	Clínica externa
Farmacología	Obstetricia
Patología externa	Medicina legal

Fuente: Rodríguez Pérez, 2008

En ese entonces el gobierno de Juárez pasaba por una crisis financiera que le obligó a suspender los pagos de la deuda externa temporalmente. El decreto de esta suspensión fue aprobado por el congreso el 17 de julio de 1861. España, Inglaterra y Francia eran las potencias que resultaban principalmente afectadas por el decreto.

Estos tres países firmaron unos acuerdos en la llamada Convención de Londres que consistían en el ejercicio de una presión militar para satisfacer sus demandas, en no intervenir en los asuntos internos de México y a formar una comisión negociadora. Asimismo, invitarían a Estados Unidos a que se adhiriera a sus iniciativas, pero esta nación no intervino en este conflicto (en ese momento se libraba la Guerra de Secesión en su territorio).

Los tres países enviaron tropas a puerto de Veracruz. El gobierno de Juárez envió a Manuel Doblado para hacer las negociaciones diplomáticas y aunque se llegaron a algunos

¹⁵⁸ González Villarreal R. y Arredondo A. (2017). *op. cit.*, p. 37.

acuerdos, Napoleón III envió más tropas desde Francia. Las tropas de Inglaterra y España regresaron a sus países mientras que Francia comenzaba la invasión a México.

Aunque las tropas del general Ignacio Zaragoza derrotaron al ejército francés, en uno de los hechos más celebrados por los mexicanos, el 10 de junio de 1863, las tropas francesas ocuparon la Ciudad de México.

Mientras Juárez y su gobierno comenzaron un periplo por diferentes lugares de la República en la Ciudad de México se formaba una Junta Provisional que convocó a una Asamblea de Notables, la cual decidió que la forma de gobierno más conveniente para el país era la monarquía. De este modo se ofreció la corona al trono de México al archiduque austriaco Fernando Maximiliano de Habsburgo. Los emperadores llegaron a Veracruz en mayo de 1864.

En 1865, Maximiliano le dirigió una carta a Manuel Siliceo, Ministro de Instrucción Pública y Cultos, para tratar la necesidad de organizar la instrucción pública.

Uno de los decretos de este gobierno fue el de establecer la Escuela Imperial de Servicios Públicos cuyo objetivo era formar individuos instruidos capaces de desempeñar debidamente las diferentes funciones civiles y militares del imperio. El plan de estudios de esta escuela contemplaba lecciones de literatura castellana y francesa, historia y geografía universal, historia natural fisiológica, matemáticas y geometría, álgebra, dibujo lineal, topografía y cosmografía, mecánica, física y química, administración y legislación sobre los trabajos públicos, agricultura y silvicultura, levantamiento de edificios y fábricas, así como sobre proyectos de fortificación y sobre minas. Quienes estuvieran destinados al servicio

público completaban sus estudios con un curso de Economía Pública. Asimismo, suprime la Universidad de México en 1865.¹⁵⁹

En diciembre de 1865 se expidió la Ley de Instrucción Pública del Imperio. En ésta, el primer título expresa que las diferentes clases de instrucción pública son: primaria, secundaria, superior de facultades y estudios especiales.

El proyecto de la preparatoria de esta Ley omite física y química y tiene una carga notable hacia el estudio de las lenguas (cuadro 1.12).¹⁶⁰

Cuadro 1.12. Currículo de los estudios preparatorios de 1865

Lengua castellana y su literatura	Lengua latina y su literatura
Historia y geografía	Lengua griega y su literatura
Lógica	Matemáticas
Francés	Metafísica y filosofía moral
Inglés	Dibujo
Caligrafía	Taquigrafía
Historia de la Literatura General	Tecnología
Teneduría de libros	

Fuente Meneses Morales, 1983

No obstante, se contemplaron dos tipos de establecimientos de instrucción secundaria o preparatoria, los liceos y los colegios. En los liceos se preparaba a los jóvenes para estudios mayores, mientras que en los colegios se continuaba la instrucción para acceder a facultades. La justificación de esta ley era:

En el Liceo se dará una instrucción, que correspondiendo en cuanto sea posible a todos los estados y a todas las condiciones, prepara al mismo tiempo para los estudios mayores. En el Colegio Literario se

¹⁵⁹ Gutiérrez J. (2016) “Ley de Instrucción Pública de Maximiliano”. En *La Legislación del Segundo Imperio*. México, D.F., INEHRM, p. 155.

¹⁶⁰ Meneses Morales, E. (1983). *op. cit.*, p. 161

continuará la instrucción empezada en el Liceo, con el fin de preparar para los estudios de facultades en las escuelas de derecho, medicina o filosofía. Por este motivo debe estar fundado principalmente en el estudio de las lenguas antiguas.¹⁶¹

Los estudiantes que realizarían estudios de carreras prácticas o estudios especiales no cursaban lo referente a las lenguas antiguas y en su lugar cursaban ciencias exactas y naturales, y se ejercitaba en las artes útiles aquellos que elegían una carrera práctica. Los profesores podían ejercer en un liceo o en un colegio indistintamente.¹⁶²

En cuanto a la educación superior se estableció que:

La instrucción superior, que comprende los estudios que conducen a una carrera literaria, se dará en las escuelas de las que habrá por ahora tres: una de derecho, otra de medicina y otra de filosofía. En la primera se formarán los abogados, agentes y notarios; en la segunda, los médicos y farmacéuticos, y en la tercera los profesores de establecimientos públicos, secundarios y primarios, y los que aspiren a las colocaciones facultativas de la administración. La instrucción superior que comprende los estudios que conducen a una carrera práctica, se dará por ahora en tres escuelas especiales: la militar, la de minas y la politécnica. En la primera se formarán los militares facultativos y de armas especiales. En la segunda, los ingenieros de minas teórico-prácticos. En la tercera, los ingenieros mecánicos, topógrafos y civiles.¹⁶³

Algunas de las obras que se hicieron realidad en el Imperio de Maximiliano fueron el Observatorio Astronómico, la Escuela para Sordomudos, la reorganización del Museo

¹⁶¹ Gutiérrez J. (2016). *op. cit.*, p. 158

¹⁶² *Ibidem*, p. 159

¹⁶³ *Ibidem*, p. 167

Nacional,¹⁶⁴ la apertura de la cátedra de arqueología en la Academia de San Carlos y la implementación de la carrera de Obstetricia para mujeres en la Escuela de Medicina.¹⁶⁵

1.6 La reforma educativa de 1867 y sus modificaciones

El 19 de junio de 1867 fueron fusilados el emperador Maximiliano y dos de sus generales más destacados: Miguel Miramón y Tomás Mejía. Con el triunfo de los ejércitos del gobierno de Juárez, comandados entre otros por Porfirio Díaz y Mariano Escobedo, empezaba una etapa que en la historia de México ha sido llamada República Restaurada.

El 16 de septiembre de 1867, el médico Gabino Barreda (1818-1881) pronunció un discurso en el que exaltaba el triunfo de la República y la doctrina positivista. Barreda tenía como premisa tres pilares: la libertad como un medio, el orden como base y el progreso como fin. Es decir, era necesario lograr la paz y el orden en el país para lograr el progreso.¹⁶⁶ Barreda y Pedro Contreras Elizalde habían sido discípulos de Augusto Comte y serían ellos “...quienes lograrían llevar a la práctica las ideas “cientistas” del positivismo, aunque con los matices propios impuestos por la circunstancia mexicana...”¹⁶⁷

El gobierno de Juárez vio en la educación una forma de consolidar el ideal republicano. El mismo año de 1867, Juárez nombró al abogado Antonio Martínez de Castro ministro de Justicia e Instrucción Pública.¹⁶⁸ Él nombró una comisión que redactara una reforma educativa en la que se crearan nuevas instituciones educativas y se reorganizaran las

¹⁶⁴ Staples A. (2012). *op. cit.*, p. 237

¹⁶⁵ Bermúdez M. (1996). “Vueltas y revueltas en la educación, 1860-1876”. En Bazant M. (coordinadora). *Ideas, valores y tradiciones. Ensayos sobre historia de la educación en México*. México, Estado de México: El Colegio Mexiquense, pp. 122 y 123.

¹⁶⁶ Galván Lafarga L. (2016). *Derecho a la educación*. México, Ciudad de México: Secretaría de Gobernación, Secretaría de Cultura, INEHRM, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídica, p.

¹⁶⁷ Menéndez L. (1996). *op. cit.*, p. 39

¹⁶⁸ Bazant M. (2012). “La educación moderna, 1867-1911”. En Gonzalbo P. y Staples A. (coordinadoras). *Historia de la educación en la Ciudad de México*. México, D.F.: Secretaría de Educación del Distrito Federal y el Colegio de México, p. 231.

existentes. La comisión encargada de diseñar el nuevo proyecto educativo estuvo integrada por el ingeniero Francisco Díaz Covarrubias, Gabino Barreda, los médicos Pedro Contreras Elizalde e Ignacio Alvarado, y los licenciados Eulalio M. Ortega y José Díaz Covarrubias. Ramos Lara menciona que hay indicios de que participaron también el médico y farmacéutico Leopoldo Río de la Loza, los licenciados Agustín de Bazán y Caravantes, Antonio Tagle, y el médico y naturalista Alfonso Herrera.¹⁶⁹

El 2 de diciembre de ese año se promulgó la Ley Orgánica de Instrucción Pública y en enero de 1868 su respectivo reglamento.¹⁷⁰

Bazant menciona que dentro de las ideas de Barreda lo importante en la educación era hacer, pensar y razonar en lugar de memorizar y que este modo de educar se denominaría después “metodología moderna” y marcaría “...las futuras pautas de la educación nacional.” Así el mundo ya no se explicaría desde el punto de vista de la fe sino con bases científicas.¹⁷¹

En esta ley se contempla el establecimiento de las siguientes escuelas (cuadro 1.13):

Cuadro 1.13. Estudios contemplados en la reforma de 1867

De instrucción secundaria de personas del sexo femenino	De música y declamación
De estudios preparatorios	De comercio. Normal
De jurisprudencia	De artes y oficios
De medicina, cirugía y farmacia	Para la enseñanza de sordo-mudos.
De agricultura y veterinaria	Un observatorio astronómico
De ingenieros	Una Academia Nacional de Ciencias y Literatura
De naturalistas	Jardín botánico
De bellas artes	

Fuente: Ramos Lara, 2018

¹⁶⁹ Ramos Lara M. (2018). *La Escuela Nacional Preparatoria, un sistema complejo adaptativo*. México, Ciudad de México: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades.

¹⁷⁰ Bermúdez M. (1996). *op. cit.*, p. 124

¹⁷¹ Bazant M. (2012). *op. cit.*, p. 255

Uno de los resultados de esta reforma educativa fue la creación de la Escuela Nacional Preparatoria. Varios autores, tanto de la época como contemporáneos han destacado la importancia de esta institución dentro de la educación en la Ciudad de México. Aunque en su momento también tuvo sus detractores. Su primer director fue Gabino Barreda, quien ocupó el cargo de 1867 a 1878. Como lo ha mencionado Ramos Lara, los primeros académicos de esta institución eran profesores egresados de la Escuela de Medicina y del Colegio de Minería como se muestra en el cuadro 1.14:

Cuadro 1.14. Profesores de la Escuela Nacional Preparatoria

<i>1º matemáticas:</i> Eduardo Garay, José María Bustamante, Isidoro Chavero, Manuel Tinoco (sustituido por Manuel Contreras)	<i>Teneduría de Libros:</i> Francisco Fernández del Castillo
<i>2º matemáticas:</i> Manuel Fernández Leal y Francisco Díaz Covarrubias	<i>Taquigrafía:</i> Juan Felipe Rubiños
<i>Geografía y Cosmografía:</i> Ignacio Molina	<i>Dibujo Lineal:</i> Vicente Heredia
<i>Física:</i> Ladislao de la Pascua	<i>Dibujo de Figura y Ornato:</i> Jesús Corral, Lauro Campos
<i>Química:</i> Leopoldo Río de la Loza	<i>Latín:</i> Agustín E. de B. Caravantes y Francisco F. Gordillo
<i>Historia Natural:</i> Gabino Barreda	<i>Francés:</i> D.E. Lefebvre y Antonio Balderas
<i>Lógica, Ideología y Moral:</i> Rafael Ángel de la Peña	<i>Alemán:</i> Oloardo Hassey y Emilio Katthain
<i>Literatura:</i> Ignacio Ramírez	<i>Italiano:</i> Honorato Magaloni
<i>Historia General y del País:</i> Manuel Payno	<i>Música:</i> Baltazar Gómez
	<i>Griego:</i> Oloardo Hassey

Fuente: Ramos Lara, 2018

Al respecto esta autora menciona que:

Es evidente que entre los profesores se encontraban los intelectuales más reputados del país en esos años, los científicos más reconocidos en astronomía, química, física, matemáticas, ciencias naturales, al igual que los más ilustres escritores, periodistas, poetas, diplomáticos y políticos. Ellos participaron

como fundadores de instituciones, sociedades y revistas científicas y literarias, colaboraron en proyectos de investigación institucionales, en actividades industriales, en programas científicos internacionales y promovieron reformas legislativas fundamentales en la vida política del país. Entre ellos se tejió la red académica (de tipo mundo pequeño o libre de escala) de mayor nivel del país y la más grande.¹⁷²

En el caso de la educación superior las escuelas establecidas eran las siguientes: Jurisprudencia, Medicina, Agricultura y Veterinaria, Ingeniería, Naturalistas, Bellas Artes, Música y Declamación, Comercio, Normal, Artes y Oficios y Sordomudos.

En este reglamento de 1868 también se reorganizó la instrucción militar. De acuerdo con Soto Lescale, el sistema de exámenes, de calificaciones y de premiaciones era igual al de las demás escuelas públicas y el plan de estudios era una adaptación del de la Escuela Nacional Preparatoria (cuadro 1.18).

A principios de 1869 el Congreso otorgó al presidente Benito Juárez facultades extraordinarias. De este modo el ejecutivo podía expedir disposiciones legislativas sin que pasaran por el mismo Congreso. Bajo esta circunstancia se publicaron modificaciones a la ley de instrucción de 1867. Entre las nuevas disposiciones se encontraban: establecer una amplia libertad de enseñanza, popularizar y vulgarizar las ciencias exactas y las naturales, instalar escuelas especiales para conservar y perfeccionar la enseñanza secundaria, reformar la Escuela de Comercio para que sirva también de Escuela de Administración y que los gastos no excedan el presupuesto asignado a la Instrucción Pública.¹⁷³

La enseñanza en la Escuela Nacional Preparatoria quedaba organizada de la siguiente manera (cuadros 1.15, 1.16 , 1.17 y 1.18):

¹⁷² Ramos Lara M. (2018). *op. cit.*, p. 66.

¹⁷³ Soto Lescale M. (1997). *op. cit.*, p, 290

Cuadro 1.15. Estudios preparatorios para Ingenieros, Arquitectos, Ensayadores, Apartadores y Beneficiadores de metales

Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Aritmética Álgebra Geometría Francés (Taquiografía)	Trigonometría rectilínea y esférica Geometría espacial Geometría general Inglés I	Cosmografía Raíces griegas Gramática española Inglés II Física (Teneduría de libros)	Geografía Historia general y nacional Química Cronología Alemán I	Moral Ideología Lógica Historia natural Alemán II Gramática general Literatura

Cuadro 1.16. Estudios preparatorios para Médicos, Farmacéuticos, Agricultores y Veterinarios

Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Aritmética Álgebra Geometría plana Francés (Taquiografía)	Trigonometría Geometría del espacio y general Inglés I	Física precedida de mecánica racional Cosmografía Gramática española Inglés II Raíces griegas	Química Historia general y nacional Cronología (Alemán I) Latín I Geografía (Teneduría de Libros)	Ideología Historia natural Lógica (Alemán II) Moral Gramática general Literatura

Cuadro 1.17. Estudios preparatorios para Abogados, Notarios o Escribanos y Agentes de Negocios

Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Aritmética Álgebra Francés Geometría plana (Taquiografía)	Trigonometría rectilínea y esférica Inglés I Geometría en el espacio	Física Cosmografía Inglés II Raíces griegas Gramática española	Química Cronología Latín I Historia general Geografía (Teneduría de libros)	Historia natural Lógica Latín II (Historia de la metafísica) Ideología Moral Gramática general Literatura

Cuadro 1.18. Plan de estudios del Colegio Militar en 1868

Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Matemáticas (aritmética y principios de álgebra hasta ecuaciones de segundo grado) Instrucción militar Ejercicios de infantería y maniobras Ordenanza general del ejército Instrucción accesoria Francés Geografía universal compendiada y del país Dibujo natural Gimnasia Natación	Matemáticas (terminación del álgebra, geometría especulativa y trigonometría plana) Instrucción militar Ejercicios de caballería Ordenanza general del ejército Servicios de guarnición y de campaña Instrucción accesoria Francés Generalidades de Historia antigua, elementos de la moderna y estudio de la del país Dibujo natural y lineal Equitación y curso de Hipatria Gimnasia Natación	Matemáticas (geometría descriptiva) Topografía teórica y práctica Elementos de geometría analítica hasta tres dimensiones Instrucción militar Operaciones secundarias de guerra Fortificaciones Ejercicios de artillería Instrucción accesoria Francés Historia (continuación) Dibujo del paisaje y topográfico Jurisprudencia militar Nociones de Derecho constitucional y de gentes Nociones de Higiene militar Esgrima Gimnasia Natación	Matemáticas (terminar geometría descriptiva) Cálculo infinitesimal Mecánica analítica Instrucción militar Teoría y práctica de la artillería Construcciones militares Reconocimientos Alemán Práctica especial de las armas Instrucción accesoria Inglés Dibujo de paisaje de perspectiva y topográfico Reducción de los planos militares	Física experimental Química inorgánica Dibujo de perspectiva, de paisaje y topográfico y de máquinas Inglés Instrucción militar Aplicación de ciencias físicas y químicas a las artes militares Aplicación de la mecánica a máquinas Legislación y administración militares Alemán Arte e historia militar Práctica especial de las armas Instrucción accesoria

Fuente: Soto Lescale, 1997

Dentro de las escuelas superiores también se darían algunos cambios, entre éstos se destacan los que se muestran en los cuadros 1.19 a 1.24:

Cuadro 1.19. Plan de estudios para Médico, cirujano y obstetra

Primer año Anatomía descriptiva Farmacia galénica	Segundo año Fisiología Patología externa I Patología externa I	Tercer año Clínica interna I Patología externa I Patología externa I Anatomía general y topografía	Cuarto año Clínica externa I Patología general Operaciones, vendajes y aparatos Terapéutica	Quinto año Clínica interna II Meteorología médica Higiene pública Obstetricia Medicina legal Clínica obstétrica
---	---	--	---	---

Fuente: Soto Lescale, 1997

Cuadro 1.20. Plan de estudios para farmacéuticos

Primer año Farmacia teórico-práctica Economía y legislación farmacéutica Práctica	Segundo año Historia natural de las drogas simples, especialmente las indígenas Práctica	Tercer año Análisis química Práctica
--	--	--

Fuente: Soto Lescale, 1997

Cuadro 1.21. Plan de estudios para Profesores de Agricultura

Primer año Agronomía Geología agrícola Química y meteorología aplicadas Física aplicada a la agricultura	Segundo año Botánica aplicada a la agricultura Nociones de jardinería Química aplicada a la agricultura Arte agrícola Zootecnia Arboricultura Contabilidad agrícola	Tercer año Dibujo de máquinas Construcciones rurales Administración y economía agrícolas Topografía teórico práctica	Cuarto año Práctica en una hacienda
--	--	--	--

Fuente: Soto Lescale, 1997

Cuadro 1.22. Plan de estudios para Médico Veterinario

Primer año Anatomía descriptiva comparada Fisiología comparada	Segundo año Exterior de animales domésticos Patología exterior comparada Clínica exterior comparada Operaciones con estudio de la mariscalería	Tercer año Terapéutica comparada Patología interna comparada Clínica interna comparada	Cuarto año Patología general (precedida de elementos de anatomía general) Obstetricia Higiene Zoología aplicada a la higiene
--	--	---	--

Fuente: Soto Lescale, 1997

Cuadro 1.23. Planes de estudio de la Escuela de Ingenieros

Ingeniero de minas	Ingeniero civil	Ingeniero Geógrafo e hidrógrafo
<p>Primer año</p> <p>Geometría analítica Álgebra superior Cálculo infinitesimal Geometría descriptiva Topografía Dibujo topográfico</p> <p>Segundo año</p> <p>Mecánica analítica y aplicada Geodesia Dibujo de máquinas</p> <p>Tercer año</p> <p>Química aplicada y análisis químico Astronomía práctica</p> <p>Cuarto año</p> <p>Mineralogía Geología y paleontología</p> <p>Quinto y sexto año</p> <p>Prácticas en la Escuela Práctica Laboreo de minas Ordenanzas Metalurgia</p>	<p>Primer año</p> <p>Matemáticas superiores Geometría descriptiva Topografía Dibujo topográfico</p> <p>Segundo año</p> <p>Mecánica analítica y aplicada Mecánica de las construcciones</p> <p>Tercer año</p> <p>Carpintería de edificios Caminos comunes y de hierro Conocimiento de materiales de construcción y de terrenos en que se establecen las obras</p> <p>Cuarto año</p> <p>Puentes, canales y obras en los puertos</p>	<p>Primer año</p> <p>Matemáticas superiores Geometría descriptiva Topografía Dibujo topográfico</p> <p>Segundo año</p> <p>Mecánica analítica y aplicada Geodesia Dibujo topográfico y geográfico</p> <p>Tercer año</p> <p>Astronomía teórica y práctica Hidrografía y física matemática del globo Dibujo geográfico</p>
Ensayador	Ingeniero mecánico	Ingeniero geógrafo
<p>Primer año</p> <p>Matemáticas superiores</p> <p>Segundo año</p> <p>Química y análisis químico Prácticas en las que se estudian elementos de mineralogía</p>	<p>Primer año</p> <p>Matemáticas superiores Geometría descriptiva Dibujo de máquinas</p> <p>Segundo año</p> <p>Mecánica analítica y aplicada Dibujo de máquinas</p>	<p>Primer año</p> <p>Matemáticas superiores Geometría descriptiva Topografía Dibujo topográfico</p> <p>Segundo año</p> <p>Mecánica analítica y aplicada Geodesia y elementos de astronomía práctica Dibujo topográfico</p>

Fuente: Ramos Lara, 1996.

Cuadro 1.24. Plan de estudios para la Escuela Nacional de Artes y Oficios

Primer año Español Primer curso de francés Aritmética Dibujo de la estampa, ornato y natural	Segundo año Segundo curso de francés Primer curso de inglés Álgebra Geometría Trigonometría Modelación	Tercer año Segundo curso de inglés Física Nociones de mecánica Dibujo lineal y de máquinas	Cuarto año Nociones de química general y aplicada Economía Invenciones industriales
--	--	--	--

Fuente: Ávila Galinzoga, 2011

La clase de Economía e invenciones industriales se impartiría por los diferentes directores de talleres en sus respectivos oficios y artes. Los talleres serían artes cerámicas que comprendía alfarería en barros comunes, porcelana, vidrio y esmaltes dorados, carpintería aplicada a la construcción de instrumentos de música, a la tonotecnia y a la ebanistería, cerrajería en todos sus ramos, tornería en sólidos, huecos y rechazados, botonería en metales, huesos y cuernos, fundiciones de metales para adornos, estatuas y toda clase de vaciados, tenería en todos sus ramos, tintorería para pieles, textiles y plumas y taller de objetos de goma elástica en todas sus aplicaciones.¹⁷⁴

Dicha Ley tendría modificaciones en 1873 y en 1874, y sólo se aplicaría en el Distrito Federal y Territorios.

1.7 Leyes, reformas y obras educativas en el Porfiriato

Aunque durante el periodo de gobierno de Benito Juárez después del triunfo de la República (de 1867 a 1872), como el de su sucesor Sebastián Lerdo de Tejada (de 1872 a 1876), hubo cierta estabilidad, también es cierto que hubo varias sublevaciones y revueltas. Las más notables estuvieron encabezadas por Porfirio Díaz.

¹⁷⁴ Ávila Galinzoga J. (2011). *op cit.*, pp. 236 y 237.

Durante el extenso gobierno de Díaz (de 1876 a 1880 y de 1884 a 1911) se alcanzó cierta estabilidad económica y política (aunque con un costo social muy alto) que permitieron materializar algunas de las obras que se habían planeado o decretado en gobiernos anteriores.

En el caso de las Escuelas de Minería y de Agricultura, se les procuró dar un mayor impulso hacerlas dependencias del Ministerio de Fomento, la que recibía un presupuesto entre seis y siete veces mayor que el del Ministerio de Instrucción Pública.¹⁷⁵

Joaquín Baranda fue el Ministro de Justicia e Instrucción Pública desde 1882 hasta 1901. Bazant menciona que durante su gestión la educación primaria en México entraría en una época de auge y se le daría la mayor importancia a este nivel educativo.¹⁷⁶ Dentro de los logros de este funcionario se destacan la creación de las Escuelas Normales para Profesores y Profesoras entre 1887 y 1888 con sus escuelas anexas, el incremento de escuelas primarias, el establecimiento de escuelas rurales y la organización de los Congresos Nacionales de Instrucción Pública de 1889 a 1891.¹⁷⁷

A partir de 1891, y como resultado de los Congresos Pedagógicos, la instrucción primaria quedó dividida en elemental (cuatro años) y superior (dos años). Las escuelas oficiales nocturnas, que hasta ese momento aparecían y desaparecían continuamente, tendrían mayor estabilidad. En éstas se le dedicarían tres años a los alumnos que recibieran sólo la instrucción elemental y cinco a aquellos que quisieran seguir la complementaria; de éstos, tres se destinarían a las materias de la primaria elemental y dos a los ramos específicos

¹⁷⁵ *Ibidem*, pp. 284 y 285.

¹⁷⁶ Bazant M. (2006). *Historia de la educación durante el Porfiriato*. México, D.F.: El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos, p. 19.

¹⁷⁷ Meneses Morales, E. (1983). *op. cit.*, p. 407.

de la enseñanza técnica del obrero, ya que a partir de este momento se le daba carácter de salida lateral.¹⁷⁸

Algunos de los cambios e innovaciones que se efectuaron en este periodo en materia educativa también fue la transformación de la Escuela Nacional de Comercio y Administración en Escuela Superior de Comercio y Administración, el establecimiento de la Escuela Práctica de Maquinistas anexa a la Escuela Nacional de Ingenieros ambos en 1890, el reconocimiento oficial de la Escuela de Medicina Homeopática y de la carrera de Médico cirujano homeópata (la cual se había establecido por particulares en 1889).¹⁷⁹ También en las postrimerías del Porfiriato se inauguraron la Escuela Nacional Primaria Industrial para Niñas «La Corregidora de Querétaro» y la Escuela Primaria Industrial de Varones «Doctor Mora».¹⁸⁰

Por otro lado, varios gobiernos anteriores al de Díaz habían intentado suprimir definitivamente la Universidad, la cual, sin embargo, siempre terminaba reabriéndose en función de los vaivenes políticos del país. Fue durante el Imperio de Maximiliano de Habsburgo cuando se logró cerrar definitivamente.

El licenciado Justo Sierra Méndez (1848-1912) desde 1875 empezó a manifestar su propósito de crear una universidad nacional y que además fuera autónoma. El 7 de abril de 1881, momento en que era diputado, propuso su proyecto a la Cámara de Diputados, el cual, además consideraba la creación de una escuela de altos estudios. Su idea también era integrar otras instituciones consolidadas como la Secundaria de Mujeres, la Escuela Preparatoria, la

¹⁷⁸ Díaz Zermeno H. (1979). “La Escuela Nacional Primaria en la Ciudad de México- 1876-1910”. *Historia Mexicana*, 29, 1, p. 71.

¹⁷⁹ Ávila Galinzoga J. (2011). *op. cit.*, p. 293.

¹⁸⁰ García G. (1911). *Crónica Oficial de las Fiestas del Primer Centenario de la Independencia de México*. México: Talleres del Museo Nacional, p. 198.

de Bellas Artes, la de Comercio la de Jurisprudencia, la de Ingenieros, la de Medicina y otras que aún no existían como una Escuela de Ciencias Políticas, y la Normal.¹⁸¹

Además, Sierra presentó su proyecto de una Escuela Normal y de Altos Estudios:

La Escuela Normal y de Altos Estudios tendrá por objeto formar profesores y sabios especialistas proporcionando conocimientos científicos y literarios de un orden eminentemente práctico y superior a los que puedan obtenerse en las Escuelas Profesionales. Se establecerán desde luego clases completas de pedagogía y a medida que los recursos de la Universidad lo permitan, se irán abriendo cátedras correspondientes a todos los ramos del saber humano, comenzando por los estudios biológicos, sociológicos e históricos.¹⁸²

Ramos Lara menciona que “...los legisladores le sugirieron aplazar el proyecto hasta que la educación primaria, secundaria y profesional adquiriera mayor solidez y mostrara una mejor organización y desarrollo”.¹⁸³

O’Gorman ve en la propuesta de Sierra una respuesta a la crisis que vivía el positivismo en México. Dicha crisis se vio marcada por la circular gubernamental de 1880 en la que Ignacio Mariscal, Ministro de Justicia e Instrucción Pública, rechazaba el texto del positivista Alexander Bain y aceptaba el de Guillaume Tiberghien para la clase de Lógica de la preparatoria.¹⁸⁴ Por otro lado, en abril de 1881, Ezequiel Montes, quien sustituyó a Mariscal en la Secretaría de Justicia, publicó su proyecto de Ley Orgánica de la Instrucción Pública, en el que pretendía modificar en lo fundamental el sistema establecido por Barreda.¹⁸⁵

¹⁸¹ Ramos Lara M. (2018). *op. cit.*, p. 95.

¹⁸² Menéndez L. (1996). *op. cit.*, p. 40

¹⁸³ Ramos Lara M. (2018). *op. cit.*, p. 95.

¹⁸⁴ O’Gorman, E. (1949). “Justo Sierra y los orígenes de la Universidad de México” *Revista de la Facultad de Filosofía y Letras*, 33, p. 35.

¹⁸⁵ Valadés D. (2014) “Justo Sierra y la fundación de la Universidad” En Vázquez Ramos H. (coordinador). *Cátedra Nacional de Derecho Jorge Carpizo. Reflexiones Constitucionales*. México, D.F.: UNAM-Instituto de Investigaciones Jurídicas, p. 436

Valadés habla de dos hipótesis sobre la propuesta de Sierra:

Para consolidar la existencia de la institución creada por Gabino Barreda se planteaba algo más ambicioso todavía: otra institución que coronara los esfuerzos de la Preparatoria: la Universidad Nacional. Otra conjetura apunta que Sierra habría planteado el proyecto de la Universidad Nacional solo para convertirlo en un elemento de negociación y así salvar, por lo menos, la existencia de la Escuela Preparatoria. Empero, su insistencia en el proyecto universitario, hasta llevarlo a la culminación casi treinta años más tarde, denotaba la seriedad de su planteamiento original.¹⁸⁶

Cabe mencionar que Gabino Barreda falleció el 20 de marzo de 1881, unos días antes de la propuesta de Justo Sierra.

En el año de 1901 Joaquín Baranda renunció al cargo de secretario de Justicia e Instrucción Pública, por lo que Porfirio Díaz nombro a Justino Fernández, quien a su vez designó a Justo Sierra como subsecretario. Una de las primeras acciones de Sierra fue la creación del Consejo Superior de Educación en sustitución de la Junta Directiva de Instrucción Pública.¹⁸⁷

Una de las acciones que tuvo mayor relevancia durante la gestión de Sierra fue la reorganización de la primaria superior aumentando los cursos a cuatro años (anteriormente eran dos obligatorios sólo para los que quisieran estudiar preparatoria), con la especificación de que dos primeros tendrían un carácter general y común a los alumnos y los últimos dos una enseñanza especial que tendría por objeto "iniciar a los educandos en determinados principios elementales de ciencias, artes u oficios de positiva utilidad para la vida social..." Estos "oficios" se dividieron en cuatro áreas para las escuelas de varones: industrial, comercial, agrícola y minera y para las escuelas de niñas, industrial, de artes y comercial.

¹⁸⁶ *Ídem*

¹⁸⁷ Bazant M. (2006). *op. cit.*, p. 35.

Como los dos primeros años de la primaria superior se declararon obligatorios, aumentó de hecho la instrucción básica a seis años en vez de los cuatro anteriores.¹⁸⁸

En 1905 Sierra quedó a cargo de la recién creada Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes. Desde ese puesto impulsó sus proyectos de creación de la Universidad y una Escuela de Altos Estudios. Ambas instituciones se inauguraron en 1910, la Escuela Nacional de Altos Estudios el 18 de septiembre y la Universidad Nacional de México el 22 de ese mismo mes. Las escuelas que integraron la Universidad fueron la Preparatoria, Jurisprudencia, Medicina, Ingenieros, Bellas Artes y la recién creada de Altos Estudios.¹⁸⁹

El primer objetivo de la ENAE era “...perfeccionar, especializándolos y subiéndolos á un nivel superior, estudios que en grados menos altos se hagan en las Escuelas Nacionales Preparatoria, de Jurisprudencia, de Medicina, de Ingenieros y de Bellas Artes, ó que estén en conexión con ellos...”¹⁹⁰



Figura 5. Busto de Gabino Barreda (1818-1881)
Escuela Nacional Preparatoria 1
Fotografía del autor



Figura 6. Busto de Justo Sierra (1848-1912)
Facultad de Odontología C.U.
Fotografía del autor

¹⁸⁸ *Ibidem*, p. 36.

¹⁸⁹ Ramos Lara M. (2018). *op. cit.*, p. 96.

¹⁹⁰ *Ídem*

CAPÍTULO 2

TRAYECTORIA GENERAL DE LA QUÍMICA DENTRO DE LAS ESCUELAS NACIONALES EN EL SIGLO XIX

2.1 El Colegio de Minería

2.1.1 Breve reseña sobre el surgimiento de la química moderna

Aunque el surgimiento y consolidación de la química como ciencia moderna se favoreció de forma muy evidente con algunos hechos ocurridos en la segunda mitad del siglo XVIII, los cimientos de esta disciplina se desarrollaron desde mucho antes.¹⁹¹ Si bien la alquimia suele considerarse como la precursora de la química, es decir, una especie de *protoquímica*;¹⁹² varios autores, entre ellos Ihde, Kim, Nekrásov, y Quílez, mencionan otras fuentes. Entre éstas están la cocción de alimentos, la alfarería, la cerámica, la vidriería, la medicina, la farmacia, la metalurgia,¹⁹³ la tintorería, la perfumería, la cosmética¹⁹⁴ e incluso la panadería, entre otras; es decir aquellas prácticas o artes que implican una transformación química de la materia, sin estar enmarcadas, necesariamente, dentro de la filosofía alquímica.¹⁹⁵

¹⁹¹ Ihde A. J. (1984). *The development of modern chemistry*. Nueva York: Dover, p. 1; y Pérez-Bustamante de Monasterio J. (2004). “La alquimia: ¿pedigree de la química o lastre bastardo?”. *Historia de las ciencias y de las técnicas*. Vol. 2. Coords. Luis Español, José Escribano, y Ma. Ángeles Martínez. Logroño: Universidad de la Rioja, p. 703.

¹⁹² Desde el punto de vista etimológico, se piensa que las palabras *alquimia* y *química*, tienen un origen común. Lo que no se ha precisado es el significado primitivo de la palabra. Las versiones que comúnmente se mencionan son que *kimia* se deriva de *kemt* o de *chem*, que significa tierra negra y que es una antigua denominación del país Egipto, lugar donde la alquimia tuvo un importante desarrollo. Según esta versión, el término alquimia tomaría el significado de *arte egipcio*. También está la hipótesis de que proviene del griego *khemeia*, arte de extraer jugos o de *chyma*, palabra también griega que significa fundir. Otra versión relaciona la palabra alquimia con el nombre de Cam o Cham, hijo de Noé, quien, según la tradición, era artesano. Arribas Jimeno S. (1991). *La fascinante historia de la alquimia, descrita por un científico moderno*. Oviedo: Universidad de Oviedo, p. 20

¹⁹³ Kim M. (2003). *Affinity, that elusive dream: a genealogy of the chemical revolution*. Cambridge: MIT Press, p. 17.

¹⁹⁴ Nekrásov, B.V. (1981). *Química General*. Moscú: Mir, p. 11.

¹⁹⁵ Quílez J. (2002). “Aproximación a los orígenes de la química moderna”. *Educación Química* 13, 1, p. 45.

En el contexto del período histórico conocido como Renacimiento, ocurrieron en Europa importantes acontecimientos que influyeron profundamente en la cultura de ese continente. En este tiempo se dieron las condiciones necesarias para que se iniciara la llamada Revolución Científica, que comenzó cuando Nicolás Copérnico (1473-1543), en 1543, colocó al Sol en el centro del Cosmos en su obra *De Revolutionibus Orbitum Caelestium*. De esta forma, se cambió la forma de observar e interrogar la naturaleza y a darse una alternativa a la filosofía natural de Aristóteles. Además, el pensamiento mágico y supersticioso (el cual era, generalmente, identificado con la alquimia) comenzaba a ser reemplazado por la razón encarnada en el método científico.¹⁹⁶

Hacia finales del siglo XVII, las palabras “alquimia”, “química” y sus cognados, eran empleados como sinónimos. La restricción de emplear la palabra alquimia como la actividad conducente a producir oro, fue posterior. Existen varios textos del siglo XVII, cuyo título incluye la palabra “química” y que hablan de la transmutación de los metales en oro; por ejemplo, la obra *Novum lumen chymicum* de Michael Sendovogius publicada en 1604. Por otro lado, la obra *Alchemia* de Andreas Libavius (1550-1616) publicada en 1597, prácticamente no habla de la elaboración de oro y, sin embargo, detalla algunas operaciones químicas como la destilación, la cristalización y la producción de sustancias como alumbre, sales, ácidos minerales y medicamentos.¹⁹⁷

Uno de los factores que influyeron en la ruptura de la química con la alquimia fue el movimiento paracelsiano. De éste surgió la idea de *chemiatria* o *iatroquímica*, que es un concepto propio de la medicina y se refiere a la utilización de fármacos de origen químico en

¹⁹⁶ Sánchez Baudoin J. (2006). *Newton y la alquimia: el papel de la tradición mágico-hermética en el pensamiento newtoniano* (Tesis de Maestría). UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, pp. 6 y 7.

¹⁹⁷ Newman W. y Principe L. (1998). “Alchemy vs. Chemistry: the etymological origins of a historiographic mistake”. *Early Science and Medicine* 3, 1, p. 38

vez de remedios vegetales, animales o minerales.¹⁹⁸ Se considera su fundador Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493–1541), médico y alquimista suizo autonombrado Paracelso, quien a través de esta nueva disciplina negaba la autoridad de Hipócrates, Galeno y Avicena.¹⁹⁹ Una de las aportaciones de Paracelso fue su propuesta de clasificación de los metales en auténticos y semi-metales, según la maleabilidad, a la que consideraba como la característica principal de los metales.²⁰⁰

La orientación práctica de los partidarios franceses de Paracelso cambió el discurso de la filosofía química. Mientras la discusión de los principios paracelsianos y los elementos aristotélicos a menudo se encontraba en el centro de la parte teórica de los libros de texto de química, se buscaba, al mismo tiempo, fusionar estas ideas filosóficas con la práctica de la destilación. Kim menciona que este esfuerzo para igualar los imperativos filosóficos con la realidad del análisis químico produjo un espacio para la teoría química y la doctrina de los cinco principios.²⁰¹

Paracelso usaba frecuentemente los cuatro elementos aristotélicos (fuego, aire, agua y tierra) en sus explicaciones teóricas, sin embargo, al mismo tiempo empleó otro conjunto de sustancias elementales, los *tria prima* o tres principios,²⁰² es decir, mercurio, azufre y sal (análogo al Padre, Hijo y Espíritu Santo²⁰³), que eran una extensión de la tradición alquímica que consideraba que los metales estaban formados por los principios azufre y mercurio. La relación entre los elementos materiales y los principios no fue clara para los paracelsianos

¹⁹⁸ Müller-Jahncke, W. (2001). “Chemiatria”. En Priesner, Claus y Karin Figala, eds. *Alquimia. Enciclopedia de una ciencia hermética*. Barcelona: Herder, p. 144.

¹⁹⁹ Konariov, B. (1987). *Qué es la química inorgánica*. México: Quinto Sol, p. 25.

²⁰⁰ *Ibidem*. pp. 25-29.

²⁰¹ Kim, *op. cit.*, p. 18.

²⁰² Karpenko V. (1973). “Viridarium Chymicum: The encyclopedia of Alchemy”. *Journal of Chemical Education* 50, 3, p. 270.

²⁰³ Newman, W. (2001). “Principios”. En Priesner, Claus y Karin Figala, eds. *Alquimia. Enciclopedia de una ciencia hermética*. Barcelona: Herder, p. 401.

porque cualquier sustancia tangible es posible que esté compuesta de elementos materiales que, a su vez, pueden estar hechos de principios espirituales y viceversa.²⁰⁴ Los tres principios de Paracelso fueron modificados por autores como Joseph Duchesne (ca.1544-1609) conocido como *Quercenatus*, Jean Beguin (1550-1620), Johann Joachim Becher (1635-1682) y Georg Ernst Stahl quedando como “tierra líquida y mercurial”, “tierra grasa o flogística”, “tierra generadora de vidrio”, agua y aire.²⁰⁵

Los iatroquímicos franceses también buscaron elucidar la composición de los remedios químicos para justificar su eficacia y alejarse de los farmacéuticos y apotecarios “vulgares.”²⁰⁶ Al menos desde 1628, las farmacopeas incluían fármacos sintéticos, como en la *Dispensatorium Coloniense* o Farmacopea de Colonia publicada ese año, aunque son muy pocos remedios de este tipo los que se incluyen en dicho libro. En 1640 en la *Pharmacopœa Augustana* o Farmacopea de Augsburgo se incluye un anexo con varios remedios iatroquímicos.²⁰⁷

La discusión acerca del uso de medicamentos químicos sintéticos o el uso de remedios naturales concluyó en favor de los químicos, cuando en la década del 60 del siglo XVII, el rey Luis XIV fue curado de fiebre tifoidea con un brebaje de antimonio. Con la creación de la *Académie Royale des Sciences* en 1666, la élite de químicos parisinos adquirió otra fuerte base institucional para practicar su arte como una parte integral de la medicina.²⁰⁸

En el contexto de los siglos XVII y XVIII, en los textos sobre historia de la química, generalmente se destacan dos grandes paradigmas en la química: la teoría mecanicista-

²⁰⁴ Debus, A. (2002). *The French Paracelsians. The chemical challenge to medical and scientific tradition in early modern France*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 10.

²⁰⁵ Newman, *op. cit.*, p. 402.

²⁰⁶ Kim, *loc. cit.*

²⁰⁷ Müller-Jahncke, *op. cit.*, p. 145.

²⁰⁸ Kim, *loc. cit.*

corpúscular de la materia y las teorías elementaristas y de los principios. Cada uno de estos paradigmas tenía diversas variantes.²⁰⁹

Las filosofías mecanicistas y corpúsculares o atomistas ya tenían numerosos antecedentes que se remontan, al menos, hasta la época de los griegos, pasando por pensadores como Pierre Gassendi (1592-1655) y René Descartes (1596-1650).²¹⁰ En el siglo XVII, fue Robert Boyle (1627-1691), quien, según algunas opiniones, restauró la filosofía mecanicista corpúscular de la materia.²¹¹ La teoría corpúscular de Boyle, establecía fundamentalmente que existían corpúsculos indivisibles o *minima naturalia*, que era la forma más pequeña en la que existía la materia. Los corpúsculos se diferenciaban entre sí por su tamaño, su forma y su movimiento (esta última propiedad, decía Boyle, era provocada por una causa externa²¹²), y que las características particulares de los compuestos provienen de la configuración particular de los corpúsculos. Además, las transformaciones de las sustancias se dan en virtud de un aumento, una disminución, o una transposición de los corpúsculos.²¹³

Robert Hooke (1635-1703), fue otro partidario de la filosofía mecanicista corpúscular de la materia, sólo que él aceptaba la doctrina de Epicúreo que explicaba que los átomos tienen movimiento interno.²¹⁴ Isaac Newton (1643-1727), quien desarrolló numerosos trabajos de alquimia y de química, la mayoría de los cuales quedaron inéditos, se adscribió a la filosofía corpúscular, a la que añadió los mecanismos de atracción y repulsión para explicar

²⁰⁹ Vizguin V. (1992). “Revolución química: factores del retraso”. *Revista da SHBC*, 7, pp. 3-14.

²¹⁰ Brock, W. (1998). *Historia de la química*. Trad. E. García, et al. Madrid: Alianza Editorial, p. 73.

²¹¹ *Ídem*.

²¹² Clericuzio A. (2001) “Gassendi, Charleton and Boyle on matter and motion”. *Late medieval and early modern corpuscular matter theories*. Eds. Christoph Lüthy, John Murdoch y William Newman. Leiden: Brill, p. 473.

²¹³ Cubillos G. (2003). *Introducción al pensamiento químico. De los átomos de Demócrito al carbono tetraédrico de Van't Hoff*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2003, pp. 52 y 53.

²¹⁴ Clericuzio, *op. cit.*, p. 475

las simpatías o afinidades y las antipatías o repulsiones químicas que las sustancias ejercen entre sí.²¹⁵

Un partidario de la iatroquímica, Johannes Baptista van Helmont (1577-1644), quien rechazaba la teoría de los cuatro elementos aristotélicos y tampoco aceptaba los *tria prima* de Paracelso, supuso que la materia estaba constituida de dos elementos últimos: el aire y el agua y que el calor solamente era un agente transformador. Para van Helmont, la tierra había sido creada por la acción de los fermentos sobre el agua. Dentro de las aportaciones de van Helmont se encuentra la introducción del aspecto cuantitativo dentro de las operaciones químicas, lo que le llevó a manifestar que la materia se conserva.²¹⁶ Por otro lado, también se destacan sus trabajos sobre los gases.²¹⁷

Un movimiento que tuvo gran repercusión en la química del siglo XVIII y que surgió de forma contemporánea a los trabajos de Boyle en Inglaterra, fue la doctrina del flogisto (término que fue adoptado en 1717 por Stahl), cuyas bases fueron concebidas en Alemania por Johann Joachim Becher (1635-1682).²¹⁸ La teoría del flogisto (palabra derivada del griego φλογιστός que literalmente significa «lo calcinado, lo que se combustiona, lo inflamable»), tenía sus antecedentes en la *doctrina del azufre-mercurio* de los metales desarrollada por los alquimistas árabes del siglo VIII, quienes consideraban al azufre como el *principio de combustibilidad* o *principio sulfuro* y el mercurio el *principio de metalidad*.²¹⁹

Becher suponía que los cuerpos están constituidos de aire, de agua y de tres tierras: *terra pinguis*, que le aportaba propiedades oleosas y sulfúreas, así como la combustibilidad

²¹⁵ Brock, *op. cit.*, p. 81.

²¹⁶ *Ibidem*, pp. 61 y 62

²¹⁷ La palabra “gas” se deriva del griego antiguo Χάος y fue introducida por Van Helmont en 1620. Konariov, *op. cit.*, pp. 63 y 64

²¹⁸ Leicester H. y Klickstein H. (1968). *A source book in chemistry*. Londres: Oxford University Press, p. 55

²¹⁹ Konariov, *op. cit.*, pp. 53, 85-94.

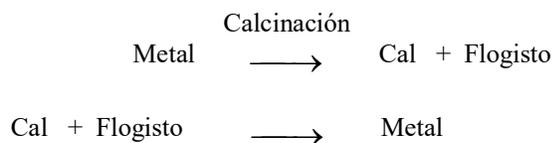
(principio al que Stahl denominaría flogisto); *terra mercurialis*, que daba fluidez, sutileza, volatilidad y metalidad; y *terra lapidia*, que proporcionaba el principio de fusibilidad (en correspondencia con los *tria prima* de Paracelso, es decir, mercurio, azufre y sal).²²⁰ Para Becher, durante la combustión la *terra pingüis* o las partes más volátiles de un cuerpo eran liberadas.²²¹

La teoría del flogisto fue reformulada por el médico y químico alemán George Stahl (1660-1734). En términos generales, esta teoría explicaba que los metales están compuestos de flogisto y cal, y que al ser calcinados, liberaban flogisto y quedaba la cal. A la inversa, el metal podía recuperarse cuando la cal recobraba el flogisto perdido.²²² La teoría del flogisto fue aceptada por varios químicos, pues esclarecía varios procesos que carecían de una explicación teórica satisfactoria. Por ejemplo, la teoría concordaba, cuando al quemar cierta materia combustible, ésta perdía peso por la liberación de flogisto. Sin embargo, en el caso específico de los metales ocurría lo contrario, pues se observaba que las cales residuales en el proceso de combustión (óxidos), ganaban peso en vez de perderlo.²²³ Ante esta disparidad en los resultados, se dieron explicaciones tales como que el flogisto era fuego etéreo e incorpóreo, sustancia con peso negativo o sustancia liviana que hace flotar a otras más pesadas.²²⁴

²²⁰ Brock, *op. cit.*, p. 84.

²²¹ Leicester y Klickstein, *op. cit.*, p. 56.

²²² Estos procesos se explican mediante las siguientes reacciones:



La cal, en realidad, se trataba de un óxido metálico. Lecaille C. (1994). "El flogisto. Ascenso y caída de la primera gran teoría química". *Ciencia* 34, p. 5.

²²³ Cubillos, *op. cit.*, p. 59.

²²⁴ Brock, *op. cit.*, p. 87.

La química de los gases o química neumática tuvo un desarrollo particular en el siglo XVIII. Anteriormente, había permanecido durante mucho tiempo la idea de que el aire era un elemento inerte, por lo que no se esperaba que tuviera participación en las reacciones químicas.²²⁵ Algunos científicos como Robert Hooke, John Mayow o van Helmont habían sugerido la existencia de diferentes aires, sin embargo, estas ideas no tuvieron mayor desarrollo por el surgimiento de la teoría del flogisto.²²⁶ Una de las limitantes para llevar a cabo estudios sobre los gases era la dificultad para retenerlos. En el aspecto técnico, fue Stephen Hales (1677-1761) quien ideó un aparato llamado cubeta hidroneumática para coleccionar y retener los gases. Posteriormente, el inglés Joseph Black (1728-1799), presentó en 1756 una tesis para graduarse de médico, en la que realizó un estudio acerca de la acción del calor sobre la piedra caliza (carbonato de calcio) y la magnesia alba (carbonato básico de magnesio).²²⁷ En su estudio, Black observó el desprendimiento de un gas al que llamó “aire fijo” y que corresponde al dióxido de carbono. Así, llegó a la conclusión que el aire no es un elemento pues contiene, al menos aire ordinario y aire fijo. Posteriormente, uno de sus discípulos, Daniel Rutherford (1749-1819) descubrió y aisló otro componente del aire, el “aire mefítico”, es decir, el nitrógeno.²²⁸

En 1774, Joseph Priestley (1733-1804), adepto a la teoría del flogisto, obtuvo un “aire desflogisticado”, que en realidad era oxígeno, al calentar cal de mercurio (óxido rojo de mercurio). Priestley observó que se obtenía mercurio metálico y, al mismo tiempo, se desprendía un gas. Al hacer experimentos con este gas, descubrió que una vela encendida,

²²⁵ Portela, E. (1999). *La química ilustrada*. Madrid: Akal, 1999, p. 23.

²²⁶ *Ihde, op. cit.*, p. 32

²²⁷ Portela, *op. cit.*, p. 25.

²²⁸ Bascuñán Blaset, A. (1999). “Bases históricas sobre materia, masa y leyes ponderales”. *Rev. Soc. Quím. Méx.* 43, 5, p. 175

sumergida en éste, brillaba de forma inusual. Asimismo, un ratón encerrado en una campana, que con aire ordinario se hubiera muerto en quince minutos, con este aire duró media hora y no expiró. Priestley llamó a este gas, aire desflogisticado debido a que el aire ordinario apagaba la vela al saturarse de flogisto por la combustión de la misma y si ese aire no provocaba que la vela se apagara era porque no contenía flogisto.²²⁹ Anteriormente, entre los años del 1771 y 1772, en Suecia, el farmacéutico Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) también había aislado el oxígeno al que llamó “aire de fuego”.²³⁰

A principios de la década del 80, Henry Cavendish (1731-1810), partidario de la teoría del flogisto, obtuvo un aire ligero inflamable, el hidrógeno, a través de la reacción de ácido sulfúrico con hierro.²³¹ Debido a la inflamabilidad de este gas, Cavendish creyó que era flogisto puro.²³² Posteriormente, Joseph Priestley hizo reaccionar el aire inflamable de Cavendish con aire ordinario por medio de una máquina electrostática mediante lo cual obtuvo agua.²³³ Cavendish repitió el experimento de Priestley y confirmó la formación de agua “a partir de estos dos aires.” La conclusión de Cavendish fue que el aire inflamable era agua saturada de flogisto y que el oxígeno era agua privada de éste y que el agua se produjo por la compensación del flogisto de estos aires.²³⁴

²²⁹ Cubillos, *op. cit.*, p. 64

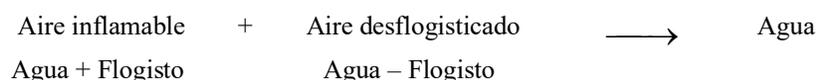
²³⁰ Brock, *op. cit.*, p. 106.

²³¹ *Ibidem*, p. 108.

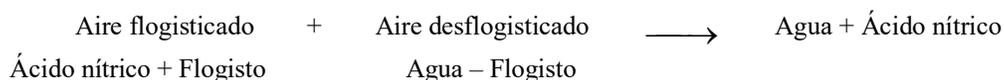
²³² Bascañán Blaset, *op. cit.*, p. 176.

²³³ Brock, *op. cit.*, p. 108.

²³⁴ En este caso, dentro del marco de la teoría del flogisto, las reacciones se explican de la siguiente manera:



Cavendish también sintetizó ácido nítrico al hacer reaccionar aire flogisticado y aire y desflogisticado. En este caso dio una explicación similar:



En cambio, el químico francés Antoine Lavoisier (1743-1794) interpretó este resultado de otra forma, explicando la composición del agua por dos elementos diferentes.²³⁵ Lavoisier desarrolló una teoría alternativa a la del flogisto, sobre la combustión. Al repetir el experimento de Priestley y Cavendish, para obtener aire desflogisticado a partir de la combustión de la cal de mercurio, Lavoisier concluyó que ese aire desflogisticado era gas oxígeno y que estaba compuesto de base de oxígeno, calórico y luz. Cuando los metales se calentaban en presencia de este gas, la base del oxígeno se combinaba con ellos y el calórico se liberaba. Esto explicaba el aumento en la masa de las cales metálicas.²³⁶

Lavoisier también dio explicaciones sobre otros procesos químicos como la formación de los ácidos, la disolución de los metales en éstos o la combustión de las sustancias animales y vegetales.²³⁷

Poco a poco, Lavoisier fue refutando los argumentos de la teoría del flogisto. Explicaba que los procesos químicos pueden explicarse sin la necesidad de esta sustancia y conjuntó sus teorías en el *Traité élémentaire de chimie* publicado en 1789. La difusión y las traducciones de esta obra permitirían que la química de Lavoisier ganara adeptos y la teoría del flogisto poco a poco fuera descartándose. No obstante, algunas personas como Priestley y Scheele fueron partidarias del flogisto hasta su muerte.²³⁸

Cubillos, *op. cit.*, p. 62; y Bertomeu Sánchez, J. y García Belmar A. (2006). *La revolución química. Entre la historia y la memoria*. Valencia: Universidad de Valencia, p. 106.

²³⁵ Brock, *op. cit.*, p. 109.

²³⁶ Este proceso puede representarse de la siguiente forma:



Partington, J. R. y McKie D. (1981). *Historical studies on the phlogiston theory*. E.E.U.U.: Arno Press Inc., p. 29; y Jensen W. B. (1996). "Electronegativity from Avogadro to Pauling. Part I: Origins of the electronegativity concept". *Journal of Chemical Education* 12, 1, p. 15.

²³⁷ Bertomeu Sánchez y García Belmar, *op. cit.*, p. 107.

²³⁸ Lecaille, *op. cit.*, p. 10.

Durante el siglo XIX, hubo un desarrollo teórico y experimental que tuvo gran influencia sobre la teoría moderna de la estructura de los átomos y las moléculas. En el transcurso de esta centuria fue también cuando se dieron los debates entre atomistas y no atomistas.²³⁹ Estos últimos fueron principalmente químicos franceses, quienes eran partidarios del llamado equivalentismo.²⁴⁰ Asimismo, el desarrollo de las técnicas químicas permitió avanzar y refinar los procedimientos para la purificación de sustancias.²⁴¹

Entre las aportaciones llevadas a cabo en este siglo destacamos la teoría atómica de Dalton, la teoría electroquímica (Berzelius, Davy y Arrhenius), la hipótesis de Avogadro, el concepto de valencia (Kekulé), la química orgánica (Wöhler), la estereoquímica (Pasteur y Van't Hoff) y la teoría de coordinación de Werner.²⁴²

El siglo XIX, también fue el periodo en el que la química se incorporó como disciplina dentro de la segunda enseñanza. También fue en este siglo en el que por primera vez hubo una producción considerable de libros de texto de química. En éstos, se hace explícito desde las primeras páginas, que la química es una ciencia natural.²⁴³

2.1.2 Los estudios de química en el Real Seminario de Minería

Antes de su llegada a México, Fausto Delhuyar había tenido una intensa actividad científica, principalmente en el área de la mineralogía de la que se destaca el descubrimiento del elemento químico wolframio o tungsteno. Este científico había recibido su formación química en París con Macquer, Rouelle y D'Arcet, y en Freiberg con Gellert (química

²³⁹ Cruz-Garriz D., Chamizo J. y Garriz A. (1991). *Estructura atómica. Un enfoque químico*. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana, pp. 2 y 3.

²⁴⁰ Bensaude-Vincent B. y Simon J. (2012). *Chemistry. The impure science*. Londres, Imperial College Press, pp. 185 y 186.

²⁴¹ Madinaveytia A. (1941). *La Química Moderna*. México, Ediciones Encuadernables de El Nacional, pp. 7-30.

²⁴² Cruz-Garriz D., Chamizo J. y Garriz A. (1991), *op. cit.*, p. 1.

²⁴³ Chamizo J. (2013). *De la paradoja a la metáfora. La enseñanza de la química a través de sus modelos*. México, Siglo XXI, Facultad de Química, UNAM, pp. 36 y 37.

metalúrgica), Klotsech (docimasia) y Werner (mineralogía). También había tenido contacto, a través de correspondencia escrita, con dos de los científicos más reconocidos de Europa en el área de la química y la mineralogía: Bergman y su antiguo profesor Werner,²⁴⁴ así como con Born, quien se había hecho célebre en el área de la técnica minera por sus innovaciones en el beneficio de la plata.²⁴⁵ Asimismo, Delhuyar había hecho varias publicaciones en las que comunicaba el producto de sus investigaciones en la química, en la metalurgia y en la mineralogía.²⁴⁶ En una carta escrita a Bergman en 1784, manifiesta su interés por la investigación química:

Me ocupo principalmente de la química; voy a trabajar ahora en el análisis de los minerales, a fin de dar una Mineralogía, que será primera en España y me propongo aprovechar las excelentes investigaciones que usted ha publicado ya sobre este objeto.²⁴⁷

Algunos autores de distintas épocas coinciden en que los cargos administrativos de los cuales era responsable Delhuyar frenaron la posibilidad de que continuara con sus actividades científicas. Andrés del Río, en 1824, dijo refiriéndose a Delhuyar que: "...es verdad que aquí bajo el gobierno antiguo se metió á papalista seguramente por necesidad, porque el que una vez se ha saboreado con las ciencias experimentales, es absolutamente imposible que las abandone jamás".²⁴⁸

²⁴⁴ Castillo Martos M. (2005) *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, pp. 145 y 158.

²⁴⁵ Palacios Remondo J. (1992). *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, p. 325.

²⁴⁶ Castillo Martos M. (2005). *op. cit.*, p. 161.

²⁴⁷ *Ibidem*, p. 158

²⁴⁸ Del Río A. (11 de diciembre de 1824). "De un oro de 24 quilates que no es puro, sino ligado con una tercera parte de rodio por lo menos". *El Sol*, 546, p. 756.

En el mismo sentido, Bertrán de Quintana, menciona que, debido a sus cargos oficiales, Delhuyar no pudo seguir sus labores de investigación científica,²⁴⁹ y Palacios Remondo añade que el nombramiento de Delhuyar como director de minería en México “...fue una metamorfosis de sentido regresivo y de efectos negativos...”, pues la Corona transformó un científico de élite en funcionario. El mismo Delhuyar le mencionó a Werner en una carta en 1788 que sus cargos le habían impedido redactar una obra que llevaría por título *Nomenclatura Mineralógica y Orictognósica Española*.²⁵⁰ No obstante, le encargó a Andrés del Río la traducción del texto de Werner intitulado *Neue Theorie von der Entstehung der Gänge* (Nueva teoría sobre el origen de las venas), la cual se publicó en 1791 y la redacción de los *Elementos de Orictognosia*.²⁵¹

Andrés Manuel del Río Fernández nació en Madrid en 1765 e hizo sus primeros estudios en el Instituto de San Isidro de Madrid y en la Universidad de Alcalá de Henares.²⁵² En 1782, por una Real Orden, del Río fue enviado a Almadén cuyas actividades mineras en ese entonces eran dirigidas por Enrique Cristóbal Storr.²⁵³ En 1785, viaja a París donde hizo estudios sobre el análisis de minerales y de porcelana con Jean Darcet en el *Collège de France*.²⁵⁴ En 1788, llegó a la Academia de Freiberg, donde estudió orictognosia y geognosia con Werner y tras completar estos estudios, se dirige a Schemnitz donde cursa química

²⁴⁹ Bertrán de Quintana, M. (22 de enero de 1935). “El Real Seminario de Minería y Velázquez de León, Elhuyar y del Río”. *Excelsior*, p. 5.

²⁵⁰ Palacios Remondo J. (1992). *op. cit.*, p. 362.

²⁵¹ Uribe Salas, J. (2006) “Labor de Andrés Manuel del Río en México: Profesor en el Real Seminario de Minería e innovador tecnológico en minas y ferrerías”. *Asclepio* LVIII, (2), p. 243.

²⁵² López Piñero, J., et al. (1983) *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*. Tomo I. Barcelona: Ediciones Península, p. 229.

²⁵³ Ramírez, S. (1891). *Biografía del Sr. D. Andrés Manuel del Río primer catedrático de mineralogía del Colegio de Minería*. México: Imprenta del Sagrado Corazón de Jesús, pp. 11-13

²⁵⁴ Castillo Martos M. (2005) *op. cit.*, p. 199; y Garritz, A. y López Ávalos M. (1991). “La química colonial. Bartolomé de Medina y Andrés Manuel del Río”. En Garritz A. (compilador). *Química en México. Ayer, hoy y mañana*. México: UNAM- Facultad de Química, p. 53.

analítica y metalurgia con Rupprecht.²⁵⁵ En este lugar, del Río conoció el método de beneficio por toneles²⁵⁶ y además tuvo oportunidad de especializarse en los análisis químicos pues, como él mismo lo mencionó, allí se fomentaba esta actividad:

En la Academia de Schemniz en Ungría se permite á todo extranjero hacer los experimentos que quiera de Química, franqueándole ingredientes, menstros y vasijas sin mas interes que el que comunique sus nuevos descubrimientos, lo que no siempre se verifica. Esta generosidad sin exemplar es muy digna de reconocimiento.²⁵⁷

En 1791 estuvo en el Laboratorio del Arsenal dirigido por Lavoisier,²⁵⁸ lugar del que tuvo que huir hacia Escocia para después llegar a Connwell, donde aprendió el método de fundición de hierro. Allí rechazó diversas ofertas para dirigir explotaciones mineras y aceptó ser catedrático del Colegio de Minería en Nueva España.²⁵⁹ Delhuyar le expidió a del Río la noticia de que había sido nombrado catedrático de química, sin embargo, éste expresó su deseo de que prefería la cátedra de mineralogía.²⁶⁰ Una de las primeras labores que desempeñó del Río en México fue ordenar las muestras de rocas y minerales del Colegio, asignarles nombres a los fósiles y formar tablas con esta información para auxiliar a los estudiantes en sus lecciones.²⁶¹ Algunos alumnos hicieron copias de estas tablas para usarlas en la cátedra de mineralogía, la cual se abrió en 1795.²⁶² Del Río fue uno de los catedráticos

²⁵⁵ Castillo Martos M. (2005) *loc. cit.*

²⁵⁶ Rubinovich Kogan, R. (1992) “Andrés Manuel del Río y sus Elementos de Orictognosia”. *Elementos de Orictognosia 1795-1805 (Edición Facsimilar) Por Andrés Manuel del Río*. México: UNAM-Instituto de Geología-Facultad de Química-Facultad de Ingeniería-SEFI, pp. 8-10.

²⁵⁷ “Discurso leído por Don Andrés del Río, Catedrático de Mineralogía en la tarde del 31 de Octubre del año pasado, en que tuvieron el Acto de Orictognosia, Geognosia y Laborio de Minas, los Alumnos del Real Seminario de Minería de México”. *Suplemento a la Gazeta de México* IX, 23 (11 de enero de 1799), p. 182.

²⁵⁸ Enghag P. (2004). *Encyclopedia of the elements*. Weinheim: Wiley-VCH, pp. 535 y 536; y Prieto, Carlos. *La minería en el Nuevo Mundo*. 2ª ed. Madrid: Ediciones de la Revista de Occidente, 1969, p. 146.

²⁵⁹ López Piñero, J., et al. (1983). *op. cit.*, p. 229

²⁶⁰ Ramírez S. (1891). *op. cit.*, p. 16.

²⁶¹ Izquierdo J. (1958). *La primera casa de las ciencias en México: El Real Seminario de Minería (1792-1811)*, México: Ediciones Ciencia, pp. 132 y 133.

²⁶² Ramírez, S. (1890). *Datos para la historia del Colegio de Minería. Recogidos y compilados bajo la forma de efemérides*. México: Imprenta del Gobierno Federal en el Ex-arzobispado, pp. 126 y 127.

que tuvo una mayor producción en la investigación y en las publicaciones sobre química durante su larga vida académica dentro del Colegio de Minería. Cárdenas y Ramos mencionan que “...Su pasión por la docencia, la investigación y la difusión del conocimiento científico lo heredó a sus discípulos, algunos de los cuales continuaron dicha labor con la misma persistencia y dedicación...”²⁶³

Antes de la inauguración del Colegio, el 13 de mayo de 1789, Delhuyar mandó construir, en el patio de la primera sede, unos hornillos semiindustriales para ensayos de minerales, siendo el principio del laboratorio que serviría a las cátedras de química y de mineralogía.²⁶⁴ Posteriormente, para el equipamiento del laboratorio de química (dedicado principalmente al análisis químico cualitativo y cuantitativo²⁶⁵), y los gabinetes de mineralogía y análisis metalúrgicos, Delhuyar se basó en la traducción del texto de física de Sigaud de Lafond (traducido por Tadeo Lope en España²⁶⁶) para confeccionar una lista de los instrumentos necesarios para realizar experimentos elementales, los cuales fueron solicitados en 1790.²⁶⁷

Debido a que el Colegio de Minería fue concebido para mejorar el estado de la minería en la Nueva España, la química como disciplina científica tuvo desde los inicios del colegio un papel fundamental, especialmente en la parte de la docimasia²⁶⁸ y la metalurgia. Además, para el impulso de la docencia, investigación y difusión de la química moderna en México, fue muy significativo que tanto Fausto Delhuyar, como Andrés del Río, hayan hecho grandes

²⁶³ Cárdenas Méndez J. y Ramos Lara M. (2014). “Docencia, difusión e investigación de la química en el colegio de Minería”. En Ramos Lara y León Olivares F. (coordinadores). *Aportes recientes a la historia de la química en México*. México, D.F.: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, p. 23

²⁶⁴ AHPM. 1806, I, No. 15, f.2.

²⁶⁵ Bucay, B. (2003). “Apuntes de historia de la química industrial en México”. *Ingenierías* 6, (18). p. 27.

²⁶⁶ Izquierdo, J. (1958). *op. cit.*, p. 32.

²⁶⁷ López Piñero, J., et al. (1983) *op. cit.*, p. 297.

²⁶⁸ Una definición decimonónica y concisa de la palabra docimasia consiste en “el arte de ensayar los minerales”. Luis de la Rosa menciona que esta parte del proceso metalúrgico era fundamental para no hacer inversiones inútiles al momento de explotar una mina. *El Siglo Diez y Nueve* 2520 (21 de noviembre de 1855), p. 3.

contribuciones a la química como lo fueron los sendos descubrimientos de un elemento químico y que ambos eran partidarios de las modernas teorías químicas de Lavoisier.²⁶⁹

La carrera que se impartió a partir de la inauguración del colegio en 1792 fue la de Perito facultativo de minas. En el plan de estudios original, aunque con carácter provisional, concebido por Delhuyar en 1790,²⁷⁰ la cátedra de química estaba contemplada para ser cursada en el tercer año, una vez completados los cursos de matemáticas puras y de geometría subterránea, así como dinámica e hidrodinámica.²⁷¹ Una vez concluida la parte de las teorías de la química, se iniciaba el estudio de la mineralogía y, posteriormente, las aplicaciones de la química a la minería es decir, la metalurgia. El contenido del curso de química dentro del plan provisional de 1790, era el siguiente:

El tercer año la Química, reducida a la parte del reino mineral, y comprendiendo también en ella la Mineralogía ó conocimiento de los minerales, así como por sus principios constitutivos y medios de analizarlos; y a continuación la Metalurgia que trata de los diversos métodos y operaciones con que se benefician generalmente todos los productos subterráneos.²⁷²

El cuarto año estaría dedicado a la química subterránea o teoría de las montañas, donde también se contemplaba una introducción al laboreo de las minas.²⁷³

²⁶⁹ Aceves hace un cuestionamiento sobre el momento en que Delhuyar acepta las teorías de Lavoisier, pues en sus *Disertaciones metalúrgicas*, escrito en el que hace explicaciones teóricas sobre la amalgamación, utiliza la teoría del flogisto. Aceves, P. (1995) “Negociando un nuevo lenguaje para la química en México: El Suplemento al ensayo de metalurgia de Francisco Xavier Sarría”. En Aceves P. (editora). *Las ciencias químicas y biológicas en la formación de un nuevo mundo*. México: UAM-Xochimilco, pp. 91-93.

²⁷⁰ Flores Clair, E. (2000). *Minería, educación y sociedad El Colegio de Minería (1774-1821)*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, p. 61.

²⁷¹ Moles Batllell, A. et al. (1991). *La enseñanza de la ingeniería mexicana 1792-1990*. México: Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería, p. 218.

²⁷² Díaz y de Ovando, C. (1998). *Los veneros de la ciencia mexicana. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*. 3 vols. México: UNAM-Facultad de Ingeniería, p. 35.

²⁷³ *Ídem*

Finalmente, el plan de estudios quedó conformado por la cátedra de Química, docimasia y metalurgia, para cursarse en el tercer año y la de Mineralogía, en el cuarto.²⁷⁴ La cátedra de mineralogía comprendía las partes de orictognosia, de geognosia y de laboreo de minas.²⁷⁵ A partir de 1797, la clase de matemáticas se empezó a cursar en dos años, por lo que la cátedra de química pasó al cuarto año y la de mineralogía al quinto.²⁷⁶

Sin embargo, el 27 de abril de 1795, antes de inaugurarse la cátedra de química, se abrió la cátedra de mineralogía, impartida por Andrés del Río.²⁷⁷ Las posibles razones por lo que se invirtió el orden previsto de las cátedras, son que en 1795 Delhuyar aún esperaba la llegada de la persona a la que había nombrado para ocupar la cátedra de química, es decir, Francisco Codón, además que del Río ya tenía listo el curso de mineralogía. Por otro lado, aún hacían falta los libros de química y ampliar el laboratorio.²⁷⁸ Inicialmente se había programado abrir la cátedra de química en enero de 1794.²⁷⁹

Una vez que la primera generación de alumnos había completado el primer curso de mineralogía, así como los de matemáticas y de física, hacia mediados de 1796, Delhuyar se encontró con la urgencia de abrir la cátedra de química.²⁸⁰

Desde 1792, Delhuyar había nombrado a Andrés del Río como catedrático de química, pero, como se mencionó anteriormente, del Río manifestó que prefería la cátedra

²⁷⁴ Flores Clair, E. (1999). "El Colegio de Minería: Una institución ilustrada en el siglo XVIII novohispano". *Estudios de Historia Novohispana* 20, p.45.

²⁷⁵ "Discurso leído por Don Andrés del Río, Catedrático de Mineralogía en la tarde del 31 de Octubre del año pasado, en que tuvieron el Acto de Orictognosia, Geognosia y Laborio de Minas, los Alumnos del Real Seminario de Minería de México". *Suplemento a la Gazeta de México* (11 de enero de 1799). IX, 23, p. 177.

²⁷⁶ Flores Clair E. (1999). *loc. cit.*

²⁷⁷ Flores T. (1953). "Panorama de la geología en México". *Memoria del Congreso Científico Mexicano III. Ciencias físicas y matemáticas. Geología*. México: UNAM, p. 25.

²⁷⁸ Aceves P. (1993). *Química, botánica y farmacia en la Nueva España a finales del siglo XVIII*. Biblioteca Memoria Mexicana No. 2. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, p. 115.

²⁷⁹ Flores Clair, E. (2000). *op. cit.*, p. 67.

²⁸⁰ Escamilla González, F. (2004). "Luis Fernando Lindner (Schemnitz, ca. 1763 México, 1805): catedrático de química y metalurgia del Real Seminario de México". *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas* 41, p. 174.

de mineralogía, petición a la que la Corona accedió, por lo que Delhuyar nombró en su lugar a Francisco Codón.²⁸¹ No obstante, Codón manifestó que no estaba lo suficientemente preparado para impartir la cátedra de química.²⁸²

Francisco Codón, quien era natural de Zamora, fue uno de los alumnos españoles que fueron pensionados por la corona para estudiar en Francia y en Alemania. Entre 1784 y 1785 aparece matriculado en diversos cursos de la Escuela de Cirugía de París; en 1795, como alumno de la Escuela de Minas de Freiberg y en 1801 era alumno otra vez en París, ciudad en la que publicó un artículo en el *Journal de Médecine*.²⁸³ Después de concluir estos estudios solicitó que se le extendiera su beca para continuar su formación en Hungría y en Transilvania.²⁸⁴ Fausto Delhuyar recomendó a Codón para que lo pensionaran como estudiante en Schemnitz para instruirse sobre los trabajos subterráneos y la mineralogía.²⁸⁵

Delhuyar, requería para la cátedra de química a alguien que estuviera formado en Europa, principalmente, en las academias de minas centroeuropeas. Ante la ausencia de Codón, Delhuyar consideró que la persona adecuada para impartir la cátedra de química era Francisco Fischer, quien egresó de la academia de Schemnitz, y además era uno de los europeos que formaron parte de la comisión que llegó a Nueva España para mejorar las técnicas mineras. Fischer se rehusó a ocupar la cátedra argumentando que extravió los libros

²⁸¹ Ramírez, S. (1890). *op. cit.*, p. 108.

²⁸² Escamilla González, F. (2004). *op. cit.*, p. 176.

²⁸³ El título del artículo es: *Observation sur un calcul, trouvé dans les muscles lombaires d'un cerf, et qui avoit une balle de fusil pour noyau*. García Belmar, A. y Bertomeu Sánchez J. (2001). "Viajes a Francia para el estudio de la química, 1770 y 1883". *Asclepio* LIII, 1, p. 113.

²⁸⁴ Flores Clair, E. (2000). *op. cit.*, p. 67.

²⁸⁵ Palacios Remondo, J. (1992). *op. cit.*, pp. 332 y 333.

que acopi6 en Europa al trasladarse a Am6rica y que sus conocimientos en maquinaria y qu6mica no estaban actualizados.²⁸⁶

Entonces Delhuyar se decidi6 por Ludwig Lindner (cuyo nombre se latiniz6 a Luis Lindner), "... a pesar de no tener los estudios que 6l hubiera deseado". Lindner, quien naci6 alrededor del a6o 1763 en Schemnitz actual Banska Štiavnika, Eslovaquia, realiz6 hacia 1782 estudios en la Escuela de Medicina de Viena. A pesar de tener formaci6n de m6dico, comenz6 su ejercicio profesional como asistente de metalurgia en la Academia de Minas de Schemnitz.²⁸⁷ Cuando en 1787, Delhuyar encomend6 al ministro de la Corona espa6ola en Dresde, Luis de On6s para contratar peritos dispuestos a trabajar en Am6rica, Lindner decidi6 formar parte de esta comisi6n. Cuando llegaron a Nueva Espa6a, Lindner junto con Carlos Gotlieb Weinhold, Juan Gotfried Vogel y Carlos Gotfried Weinhold fueron enviados a las minas de Taxco, "...donde Vogel, sin ocupaci6n alguna, dedicado al vicio, termin6 por suicidarse." Tras la muerte de Vogel, Lindner y los hermanos Weinhold fueron trasladados a Oaxaca.²⁸⁸ Lindner se encontraba all6 cuando fue requerido por Delhuyar para impartir la c6tedra de qu6mica, por lo que el 15 de abril de 1796 sali6 de Oaxaca rumbo a la Ciudad de M6xico.²⁸⁹

El 20 de octubre de 1796, Luis Lindner dict6 el discurso inaugural de la primera c6tedra de qu6mica que se impartió en Nueva Espa6a. Sin embargo, al poco tiempo comenz6 a quejarse debido a que la Real Hacienda suspendió su salario como empleado en el beneficio de metales y se neg6 a impartir el curso. Aunque se le convenció de continuar su labor como

²⁸⁶ Escamilla Gonz6lez, F. (2007). "Un metalurgista germano en Guanajuato y Michoac6n: las cartas de Franz Fischer (ca. 1757-ca. 1814) a Ignaz von Born (1789-1790)". *Bolet6n del Archivo General de la Naci6n* 19, p. 107.

²⁸⁷ Escamilla Gonz6lez, F. (2004). *op. cit.*, pp. 169 y 174.

²⁸⁸ Torales Pacheco, M. (2003). "Apuntes para el estudio de la presencia de la Ilustraci6n alemana en M6xico". *Jahrbuch f6r Geschichte Lateinamerikas* 40, pp. 131-133.

²⁸⁹ Escamilla Gonz6lez, F. (2004). *op. cit.*, p. 174.

profesor, Lindner no lo pudo hacer debido a que se enfermó de reumatismo espasmódico, lo que le obligó a permanecer en reposo en la ciudad de Cuautla.²⁹⁰ Ante la falta de catedrático de química y la imposibilidad de volver a posponer el curso, Delhuyar se ocupó de éste desde el 25 de enero de 1797 hasta mayo de 1798.²⁹¹ Delhuyar pidió que se le relevara de sus tareas en el Tribunal y en el Juzgado de Alzadas para contar con el tiempo suficiente, pues según sus propias palabras necesitaba:

...refrescar las ideas de todo pormenor de dicha ciencia y reconocer los modernos descubrimientos de las obras nuevas que por las distintas atenciones que me he ocupado en estos últimos tiempos no he podido seguir con la puntualidad necesaria. A este estudio se ha de agregar la preparación y ejecución de las operaciones que en cada sesión correspondan al asunto que se explique, las cuales por su diversidad y tiempo que requieren ocuparan por sí solas todo el día.²⁹²

Delhuyar también contó con la colaboración de Francisco Fischer para la preparación del curso.²⁹³

En 1798 y 1799 Lindner asumió la cátedra. En 1800 no hubo curso de química por la extensión de dos años de la cátedra de matemáticas. En 1801 regresó Lindner, y en 1803 le fue otorgada la cátedra al exalumno Manuel Cotero, pues Lindner se encontraba enfermo de gravedad.²⁹⁴ Lindner continuó enfermo y falleció en octubre de 1805, por lo que no pudo concluir el curso de ese año quedando en manos de Manuel Cotero y de Francisco Álvarez Coria.²⁹⁵

²⁹⁰ *Ídem*

²⁹¹ Torales Pacheco, M. (2003). *op. cit.*, p. 135

²⁹² Flores Clair, E. (2000). *op. cit.*, p. 68.

²⁹³ Aceves menciona que un farmacéutico llamado Juan García también ayudó a Delhuyar con este primer curso de química. Aceves P. (1992). "The first chair of chemistry in México (1796-1810)". En Petitjean, P., Jami C. y Moulin A., (editores). *Science and Empires: historical studies about scientific development and European expansion*. Boston: Kluwer Academic Publishers, p. 139.

²⁹⁴ Torales Pacheco, M. (2003). *op. cit.*, p. 135.

²⁹⁵ Escamilla González, F. (2004). *op. cit.*, p. 181.

En 1806, Delhuyar solicitó a España un profesor con estudios en Hungría, Sajonia y París,²⁹⁶ sin embargo no pudo atenderse esta petición, por lo que Cotero quedó encargado de la cátedra con carácter de interino hasta que en 1819 Delhuyar le concedió la titularidad.²⁹⁷ Este profesor se hizo cargo de la cátedra hasta 1829, un año antes de su fallecimiento.

Los actos públicos correspondientes al primer curso de química en 1797, así como en el de 1798, indican que los alumnos serían examinados sobre principios generales de química y de las propiedades de las sustancias simples y compuestas del reino mineral. La parte teórica se sustentaba con "...las pruebas analíticas y sintéticas más rigurosas y convincentes..."; en 1797, "...se condujeron a aquella pieza los aparatos propios para quemar el carbón, fósforo, espíritu de vino, descomposición del agua, y otros propios al objeto de aquel día".²⁹⁸ En 1799, los alumnos demostraron que la doctrina de Stahl (es decir la teoría del flogisto) era errónea y que no existe disolución metálica sin previa oxidación. Los programas de los exámenes públicos fueron más detallados después de 1799.

De acuerdo con estos convites, los temas que se trataron entre los años de 1799 y 1808 se muestran en el cuadro 2.1.

Una vez que se concluía el estudio de la parte de las teorías generales de la química, se comenzaba con el estudio de las aplicaciones de la química a la minería, es decir, la docimasia y la metalurgia. Aunque en 1797 y 1798 no se trataron en los actos públicos los temas referentes a docimasia y a metalurgia, se hace la aclaración de que estos temas sí fueron vistos, aunque fuera del tiempo regular del curso.²⁹⁹

²⁹⁶ Aceves P. (1993). *Química, botánica y farmacia en la Nueva España a finales del siglo XVIII*. Biblioteca Memoria Mexicana No. 2. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, p. 117.

²⁹⁷ "Biografía de D. Manuel Cotero. Profesor de química en el Seminario de Minería" (14 de abril de 1830). *El Observador de la República Mexicana* 7, p. 249

²⁹⁸ Díaz y de Ovando, C. (1998). *Los veneros de la ciencia mexicana. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*. 3 vols. México: UNAM-Facultad de Ingeniería, p. 298

²⁹⁹ *Ibidem*, p. 320.

En lo que corresponde a docimasia, se menciona de algunos métodos para realizar ensayos de los minerales, por ejemplo, en 1803 y en 1804, se alude a los métodos por ácido y por fuego. En los siguientes años se mencionan los métodos por vía seca y húmeda. En la parte de metalurgia, constantemente se especifican los métodos de beneficio por fuego y por amalgamación por azogue, es decir, el método de beneficio de patio.

En 1799, el catedrático de química Luis Lindner le solicitó a Delhuyar varios materiales e instrumentos que hacían falta en el laboratorio de química, como un recipiente con aparato eléctrico para la combinación de gases, un gasómetro, un fuelle para fundir por medio del oxígeno, un eudiómetro, una pistola de Volta, balanzas de ensayo, sopletes para los ensayos de los minerales en pequeño, etc.³⁰⁰ Izquierdo añade que el laboratorio contaba con neumáticos de Watt, aparato para componer agua con aires, lente ustoría, balón de Priestley para convertir el aire en ácidos, alambiques, crisoles, morteros, evaporatorios, balones, jarros y botellas.³⁰¹



Figura 7. Fausto Delhuyar y Andrés del Río. Profesores Fundadores de Real Seminario de Minería

³⁰⁰ Aceves P. (1992). *op. cit.*, p. 141.

³⁰¹ Izquierdo, J. (1958). *op. cit.*, pp. 115 y 116.

Una vez establecido el laboratorio, los catedráticos de química y mineralogía³⁰² hacían sus propias investigaciones que, en muchos casos, incluían análisis químicos, así como los exámenes de minerales de diferentes distritos. En diversas ocasiones también participaron en comisiones gubernamentales. Incluso por un artículo de las ordenanzas, se estableció que “...los dueños ó aviadores que condujesen sus platas á esta ciudad, entregaran en el colegio unas muestras de sus minerales en la proporción suficiente para que se ecsaminasen su calidad y circunstancias, y el beneficio que debiera adoptarse para sus mayores rendimientos...”³⁰³

En el curso de mineralogía, en la parte de orictognosia,³⁰⁴ también se contemplaban aspectos de la química. Del Río, como discípulo de Abraham Werner, era partidario de sus teorías. Werner se considera el fundador de la geología moderna, la cual, en su sistema, se divide en geognosia o geología histórica, y orictognosia o mineralogía descriptiva.³⁰⁵

³⁰² Antes de las investigaciones mineralógicas llevadas a cabo en el Colegio de Minería, el coronel guatemalteco Antonio Pineda, quien participó en la expedición de Malapisca en Nueva España, ya había hecho descripciones mineralógicas de muestras procedentes de Guanajuato, Acapulco y Orizaba. Enciso de la Vega, S., y Enciso C. (1995). “Bosquejo histórico de la mineralogía mexicana”. *Geomimet* XXII, p. 48.

³⁰³ Castera, J. (1841). “Colegio de Minería. Noticias sobre su origen y erección (primera parte)”. *El Mosaico Mexicano* VI, 7, p. 147.

³⁰⁴ Del Río definió la orictognosia como una “Ciencia experimental que enseña á conocer los fósiles por sus caracteres exteriores, y á clasificarlos” y etimológicamente proviene de la “Voz griega compuesta de *oruktos* excavado, y *gnosis* conocimiento”. La palabra *fósil* hace referencia a cualquier mineral o roca y del Río lo define como “...cuerpos naturales sin órganos y sin vida, de una sencillez mecánica, permanentes, que habitan en la superficie y en lo interior del globo.” Del Río A. (1795). *Elementos de Orictognosia, ó del conocimiento de los fósiles, dispuestos, según los principios de A. G. Wérner, para el uso del Real Seminario de Minería de México*. Primera Parte. México: Imprenta de Mariano Joseph de Zúñiga y Ontiveros, p. XXVII.

³⁰⁵ Castillo Martos M. (2005). *op. cit.*, p. 66.

Cuadro 2.1. Temas de los actos públicos de química en el Real Seminario de Minería (1799-1808)

1799	1801	1803	1804	1805	1806	1807	1808
Nomenclatura Propiedades de las sustancias simples Partes constitutivas, número y cantidad relativa que resultan de la unión de las sustancias simples Tierras tenidas por simples Idea extensa de las propiedades del calórico Fundamentos de la química pneumática Fluidos etéreos y aeriformes Naturaleza de las sustancias gaseosas y su influjo en los cuatro reinos de la naturaleza en general y en el mineral en particular Fenómenos y propiedades que presentan cuando se combinan entre sí las sustancias gaseosas o mudando de estado Sustancias combustibles Fenómenos de combustión, denotación y oxidación de sustancias inflamables y sustancias metálicas	Propiedades de las sustancias simples Propiedades de las sustancias compuestas del reino mineral Partes constitutivas, número y cantidad relativa que resultan de la unión de las sustancias simples Singularidad es que presentan las combinaciones y descomposiciones de los compuestos	Propiedades de las sustancias simples Propiedades de las sustancias compuestas del reino mineral Tierras tenidas por simples Idea extensa de las propiedades del calórico Meteoros Formación del agua Respiración Fundamentos de la química pneumática Fluidos etéreos y aeriformes Naturaleza de las sustancias gaseosas y su influjo en los cuatro reinos de la naturaleza en general y en el mineral en particular Fenómenos y propiedades que presentan cuando se combinan entre sí las sustancias	Principios generales de química Tierras tenidas por simples Idea extensa de las propiedades del calórico De la acción del agua y su naturaleza De la acción de la luz Distinción entre los cuerpos combustibles y los que no lo son Participación del aire en las combustiones Formación de ácidos de segundo, tercero y cuarto grado de oxigenación Separación de ácidos Formación de los álcalis Formación de los álcalis	Principios generales de química Propiedades de las sustancias simples Propiedades de las sustancias compuestas del reino mineral Fundamentos de la química pneumática Naturaleza de las sustancias gaseosas y su influjo en los cuatro reinos de la naturaleza en general y en el mineral en particular Fenómenos y propiedades que presentan cuando se combinan entre sí las sustancias gaseosas o mudando de estado Fenómenos de combustión, denotación y oxidación de sustancias	Principios generales de química Propiedades de las sustancias simples Propiedades de las sustancias compuestas del reino mineral Partes constitutivas, número y cantidad relativa que resultan de la unión de las sustancias simples Reducción de los cuerpos simples a sus principios constitutivos	Propiedades de las sustancias simples Propiedades de las sustancias compuestas del reino mineral Partes constitutivas, número y cantidad relativa que resultan de la unión de las sustancias simples Reducción de los cuerpos simples a sus principios constitutivos	Propiedades de las sustancias simples Propiedades de las sustancias compuestas del reino mineral Partes constitutivas, número y cantidad relativa que resultan de la unión de las sustancias simples Reducción de los cuerpos simples a sus principios constitutivos Los tres estados de solidez, liquidez y fluidez que se observan en los cuerpos Analogía entre la combustión y la respiración Teoría de las afinidades rectificando sus principios con las observaciones y últimos

<p>Formación de ácidos de segundo, tercero y cuarto grado de oxigenación Separación de ácidos Propiedades generales de los ácidos y particulares de cada uno Afinidad simple, intermedia y por exceso Afinidad doble y regular y anómala Disolución de los metales y demás sustancias en los respectivos ácidos Método de apartar el oro de la plata y demás metales por el ácido nítrico Disolubilidad de oro en ácido nitromuriático o agua regia Método, análisis y resultados de los precipitados metálicos en forma regulina o de óxidos</p>		<p>gaseosas o mudando de estado Composición del aire atmosférico Distinción entre los cuerpos combustibles y los que no lo son Fenómenos de combustión, denotación y oxidación de sustancias inflamables y sustancias metálicas Formación de ácidos de segundo, tercero y cuarto grado de oxigenación Separación de ácidos Propiedades generales de los ácidos y particulares de cada uno Bases salificables Afinidad simple,</p>	<p>Formación de los álcalis Disolución de los metales y demás sustancias en los respectivos ácidos</p>	<p>inflamables y sustancias metálicas Formación de ácidos de segundo, tercero y cuarto grado de oxigenación Separación de ácidos Propiedades generales de los ácidos y particulares de cada uno Disolución de los metales y demás sustancias en los respectivos ácidos Método de apartar metales unos de otros</p>			<p>descubrimientos de Berthollet</p>
---	--	---	---	---	--	--	--------------------------------------

		intermedia y por exceso Afinidad doble y regular y anómala Disolución de los metales y demás sustancias en los respectivos ácidos					
--	--	---	--	--	--	--	--

Fuente: Díaz y de Ovando, 1998

En la parte de geología, los materiales como rocas, minerales y cualquier estrato de la corteza terrestre incluyendo las montañas, procedían de la cristalización a partir de un mar universal.³⁰⁶ Esta teoría se conoció como neptunismo, y Del Río se basaba en ésta para la parte de geología.³⁰⁷

En lo que se refiere a la mineralogía, en 1774, Werner publicó la obra *Von den dusserlichen Kennzeichen der Fossilien* (Tratado de los caracteres externos de los minerales), en la que aplicaba el sistema de clasificación de plantas de Linneo a los minerales.³⁰⁸ Gracias a este texto, le ofrecieron integrarse como catedrático en la Academia de Freiberg, de la cual era egresado.³⁰⁹ Este mineralogista concibió algunos sistemas para clasificar los minerales como el que se basaba en el *conocimiento externo*, el más importante de la época, el cual se apoyaba en propiedades como el estado de agregación forma, color, dureza, etc.; el *conocimiento interno*, que se fundaba en sus propiedades constitutivas, es decir, su composición química; y el *conocimiento empírico*, que se refería al origen de los minerales y sus yacimientos. El sistema de Werner residía en caracterizar y definir un mineral tanto por sus caracteres externos como por los internos. En esta forma moderna de clasificación, las clases, los órdenes y las secciones se definían por la composición química del mineral, mientras que el género y la especie se establecían por sus caracteres externos específicos.³¹⁰

Generalmente, las clasificaciones de minerales se hacían tomándose como criterio central los caracteres exteriores. Sin embargo, conforme iban desarrollándose las técnicas y

³⁰⁶ García Cruz, C. (2007) “El origen de las montañas I. Del mito y la superstición al Neptunismo”. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 15, 1, p. 24.

³⁰⁷ Aceves P., y Mendoza Zaragoza M. (2001) “La institucionalización de la ciencia moderna en México: el Real Seminario de Minería”. *Historia general de la medicina en México. Tomo IV. Medicina novohispana del siglo XVIII*. En Rodríguez M. y Martínez Barbosa X. (coordinadoras). México: UNAM-Academia Nacional de Medicina, p. 476.

³⁰⁸ Castillo Martos M. (2005). *op. cit.*, p. 66

³⁰⁹ Ospovat, A. (1959). “Werner’s influence on American geology”. *Proc. of the Okla. Acad. of Sci*, p. 99

³¹⁰ Castillo Martos, M. (2005). *op. cit.*, pp. 66 y 67.

las teorías de la química moderna, ésta se empezó a tomar en cuenta para dichas clasificaciones considerando la constitución química como criterio fundamental. Uno de los pioneros en clasificar los minerales siguiendo criterios químicos fue Johan Wallerius (1709-1785), quien así los propuso desde 1747.³¹¹ Andrés del Río, en la introducción del texto de su autoría y que empleó en su cátedra, los *Elementos de Orictognosia*, dedicó unas palabras a esta controversia en las clasificaciones y tomó partido por considerar la composición química:

Y así de haberse ventilado en la Orictognosia, si deberían clasificarse los fósiles por sus principios ó partes constitutivas, como querian los Chímicos Henckel, Pott, Justi, Cronstedt y Bergman, ó por sus señales exteriores, como pretendían los Naturalistas Linneo, Cartheuser, Gehler y Walch, acostumbrados á hacer los mismo en los otros dos reynos...

...se resolvió la cuestión del modo mas satisfactorio, confirmando la experiencia lo que indicaba la razon: que para clasificar los fósiles era forzoso recurrir á sus principios chímicos...³¹²

Andrés del Río comenzó el curso de mineralogía en 1795 con diez alumnos. Debido a que éstos aún no habían tomado la cátedra de química, indispensable para el estudio de la mineralogía, en este primer curso el profesor solamente impartió lo correspondiente a la clasificación de los minerales basándose en sus caracteres exteriores. Los alumnos aplicaron estos principios a la colección de minerales del Colegio.³¹³ Sin embargo, como quedaba pendiente la enseñanza de la clasificación tomando como criterio la composición química, Del Río ordenó a los alumnos repetir el curso el año siguiente,³¹⁴ donde ya se aplicaron los principios constitutivos de los minerales para su clasificación.³¹⁵

³¹¹ *Ibidem*, p. 205

³¹² Del Río, *op. cit.*, pp. I y II.

³¹³ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, p. 257.

³¹⁴ Castillo Martos, *loc. cit.*

³¹⁵ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, p. 271.

De 1795 a 1805, del Río tuvo a su cargo la cátedra de mineralogía, con una interrupción en 1801, por el aumento de dos años en la cátedra de matemáticas, sin embargo, en 1806, tuvo que ausentarse del Colegio porque fue comisionado para establecer una ferrería en Coalcomán, Michoacán. De 1806 a 1809 se hizo cargo de la cátedra Juan Arezorena, quien fue alumno del Colegio de Minería, siendo el primer egresado de esta institución en impartir la cátedra de mineralogía. Arezorena había estudiado química con Manuel Cotero en 1804³¹⁶ y con Andrés del Río en 1805.³¹⁷ En 1810 y 1811 no hubo curso de mineralogía debido a que Arezorena fue enviado a Zacatecas³¹⁸ y Andrés del Río se encontraba de comisión estudiando las minas de cinabrio en Guanajuato y en Durazno.³¹⁹ A finales de 1820, del Río fue elegido diputado por Nueva España a la Cortes españolas,³²⁰ por lo que nombró al alumno Juan Méndez Arroyo como su sustituto durante el año de 1821.³²¹ Méndez cursó la cátedra de mineralogía en 1820 con del Río y probablemente cursó química con Manuel Cotero anteriormente.³²²

La cátedra de mineralogía y orictognosia que se impartió en el Colegio de Minería durante el siglo XIX, incluyó desde el principio temas de química o de fisicoquímica como la cristalografía, tema que del Río trató ampliamente en sus *Elementos de Orictognosia*.

³¹⁶ Aceves Pastrana y Mendoza Zaragoza, *op. cit.*, pp. 472, 476 y 478.

³¹⁷ Ramírez, *op. cit.*, pp. 199 y 203.

³¹⁸ Aceves Pastrana y Mendoza Zaragoza, *op. cit.*, p. 476.

³¹⁹ Castillo Martos, *op. cit.*, p. 206

³²⁰ López Piñero, J. M. et al. (1983). *op. cit.*, pp. 230 y 231

³²¹ Ramírez, *op. cit.*, p. 245

³²² Cuando del Río nombró a Juan Méndez como su sustituto, Tomás Ramón del Moral presentó una queja a la dirección del Colegio, pues él había sido nombrado sustituto para todas las clases. Del Moral decía que "...Sólo queda el pretexto de que habiendo cursado este año dicha clase Dn. Juan Mendez, tiene el conocimiento de unas piedras nuevas que vinieron últimamente, y yo no, pero es claro que el que esta bien impuesto en el sistema werneriano que aqui seguimos puede conocerlos y describirlos en muy poco tiempo, mayormente teniendo el Diario de Minas de Francia que ha registrado de principio a fin, descripciones de la mayor parte de ellas...", sin embargo Juan Méndez impartió el curso de mineralogía durante 1821. AHPM. 1821, II, 180, d.27, f. 1.

También se enseñaba el tratamiento de los minerales al soplete y las pruebas por la vía húmeda.³²³

La aportación a la química más notable que se llevó a cabo en el Colegio de Minería fue el descubrimiento de un elemento químico. En 1801, del Río, dentro del laboratorio creyó haber descubierto un nuevo metal similar al cromo, en una muestra de “plomo pardo de Zimapán” (mineral que ahora se conoce como vanadinita ($Pb_5Cl(VO_4)_3$) aunque del Río, lo llamó zimapanita³²⁴), proveniente de una mina del actual estado de Hidalgo.³²⁵ El análisis de del Río dio como resultado 14.80 % de un óxido desconocido de “una nueva tierra”.³²⁶ El primer nombre que del Río le asignó al nuevo metal fue *panchromium*, debido a la gran variedad de colores que presentan sus sales; sin embargo, posteriormente lo llamó *eritronio*, pues sus sales adquirirían un vivo color rojo al ser calentadas o tratadas con ácidos.³²⁷

Del Río le envió una memoria fechada el 26 de septiembre de 1802 a Antonio Joseph Cavanilles (1745-1804), un botánico español, en la que le hace partícipe de su nuevo descubrimiento.³²⁸ Al respecto del Río comentó:

...lo que me duele por cierto, es que los extranjeros no se dignen leer siquiera nuestros periódicos más celebrados como este del Sr. Cabanilles. En todo caso, el público ilustrado juzgara a quien pertenece realmente el descubrimiento...³²⁹

³²³ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, p. 1840.

³²⁴ Del Río A. (1985). “Del Zimapanio”. *Historia de la ciencia en México. Estudios y textos. Cuarta parte. Siglo XIX. La ciencia mexicana del período nacional*. Comp. Elias Trabulsee. México: CONACYT, FCE, p. 181.

³²⁵ Peña Hueso, J. A.; Ramírez Trejo R. y Esparza Ruiz A. (2006). “La Tabla Periódica nos cuenta su historia”. *Revista del Cinvestav*, pp. 63 y 64.

³²⁶ Trifonov asevera que: “En aquella época remota en la cual la química apenas si comenzaba a convertirse en ciencia, el escaso acervo de sus nociones guardaba la palabra “tierras”. Los químicos denominaban así las sustancias que manifestaban propiedades alcalinas, o sea, no se fundían al calentarlas ni cambiaban de aspecto exterior, casi no se disolvían en agua y, al entrar en contacto con ácidos, no se desprendían burbujas de gas. Todas las “tierras” se consideraban elementos químicos independientes”. Trifonov, D. N. (1981). *El precio de la verdad*. Moscú: Mir, p. 7 y 8.

³²⁷ Bargalló M. (1955). *La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial*. México: Fondo de Cultura Económica, p. 325.

³²⁸ Izquierdo, *op. cit.*, p. 148.

³²⁹ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, p. 491.

Por su parte Ramón de la Quadra incluyó la nueva sustancia en su *Tabla comparativa de todas las sustancias metálicas para poderlas distinguir fácilmente por medio de sus caracteres exteriores, en caso de que presenten cierta semejanza en su fisionomía general*, que fue publicada en los Anales de Ciencias Naturales de Madrid del mes de mayo de 1803.³³⁰ Probablemente haya sido el único escrito europeo de la época en que se le dio crédito a del Río como descubridor de un nuevo elemento:

XXIV. Pancromo. Nota. Nueva sustancia metálica anunciada por D. Manuel del Río en una Memoria dirigida desde México al Sr. D. Antonio Cavanilles, con fecha de 26 de Setiembre de 1802.³³¹

46 ANALES

Géneros.	Especies, con sus caracteres específicos.	Especies parecidas, con sus caracteres específicos.	Caracteres diferenciales genéricos.
XXII. Columbio.	metálica, sacada de un mineral remitido de <i>Massachusetts</i> en América, que se compone de un 25 por 100 de hierro, y de 75 por 100 de ácido colúmbico.		
XXIII. Tántalo.	Tántalo. Tantalito. <i>Nota.</i> Nueva sustancia metálica anunciada por <i>Eckberg</i> . Véase el Diario de Física del <i>C. Delametherie</i> , t. 66, pág. 45 y 46.		
XXIV. Pancromo.	Pancromo. <i>Nota.</i> Nueva sustancia metálica anunciada por D. Manuel del Río en una Memoria dirigida desde México al Sr. D. Antonio Cavanilles, con fecha de 26 de Setiembre de 1802.		

XXIV.
Pancromo.
Nota. Nueva sustancia metálica anunciada por D. Manuel del Río en una Memoria dirigida desde México al Sr. D. Antonio Cavanilles, con fecha de 26 de Setiembre de 1802.

Figura 8. Los Anales de Ciencias Naturales de Madrid de 1803, donde se cuenta del descubrimiento del Pancromo, hoy vanadio.

³³⁰ Quadra, R. (1803). "Tabla comparativa de todas las sustancias metálicas para poderlas distinguir fácilmente por medio de sus *caractères exteriores*, en caso de que presenten cierta semejanza en su fisionomía general". *Anales de Ciencias Naturales* tomo Sexto, 16. Madrid: Imprenta Real, p. 46.

³³¹ *Ídem.*

El descubrimiento también fue notificado por el mismo del Río en las recién traducidas *Tablas mineralógicas* de Karsten³³² y por Andrés de Ibarra Salezán, quien estudió en el Colegio de Minería, en su *Tratado de docimacia o arte de ensayos* de 1803:

Se conocen otros tres metales últimamente descubiertos que son el telurio, el titáneo y el Pan Cromos...
...del último se sabe que su descubridor, D. Andrés del Río, no lo ha podido reducir, aún al estado metálico, por lo que ignoramos cómo podrán hacerse sus ensayos.³³³

Por otro lado, del Río le dio muestras del nuevo mineral a Alexander von Humboldt, dirigidas a Chaptal,³³⁴ sin embargo Humboldt envió las muestras a París al químico francés Hippolyte V. Collet-Descotils del Instituto de Francia. Cuando este químico analizó las muestras llegó a la conclusión de que en éstas no había ningún elemento nuevo, sino solamente cromo y publicó sus resultados en los *Annales de Chimie*.³³⁵ De los cajones con las muestras que del Río le dio a Humboldt, tres se perdieron en un naufragio cerca de Pernambuco,³³⁶ siendo probable que en uno de ellos estuviera la memoria sobre el eritronio³³⁷ en la que del Río describía las diferencias entre el nuevo metal y el cromo y el uranio, elementos descubiertos recientemente. Finalmente, del Río también se convenció de que había redescubierto el cromo.³³⁸

Aproximadamente veinticinco años después, en 1831, el químico sueco Nils Gabriel Sefström (1787-1845) encontró en los minerales de hierro de las minas de Taberg, Småland, un nuevo elemento al que llamó vanadio (número atómico 23) en honor a Vanadis, una diosa

³³² Díaz y de Ovando, *op. cit.*, p. 490.

³³³ Ybarra Salezán, Andrés de. *Tratado de docimacia o arte de ensayos con un resumen de las operaciones sobre el apartado y afinación de los metales extractado de varios autores*. México: 1803, citado por Aceves Pastrana, 1993, p. 122.

³³⁴ Wittich E. (1922). *El descubrimiento del vanadio*. México: SEP-Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo-Departamento de Minas, p. 4

³³⁵ Sandoval Vallarta, Manuel. "El descubrimiento del vanadio". Barnés y Mondragón, 1978, p. 558.

³³⁶ Wittich, *op. cit.*, p. 5

³³⁷ Arnáiz y Freg A. *Andrés Manuel del Río*. México: s.e., 1936, p. 36.

³³⁸ Wittich, *loc. cit.*

escandinava de la belleza, de la juventud y del amor, relacionando este nombre a los bellos y múltiples colores de sus compuestos. Sefström le comunicó al químico alemán Friedrich Wöhler³³⁹ su hallazgo, quien ese mismo año publicó un artículo en el que confirmaba y daba a conocer el descubrimiento en los *Annalen der Physik und Chemie*.³⁴⁰ Cuando Humboldt se enteró del descubrimiento de Sefström, y de la semejanza del vanadio con el eritronio descubierto por del Río, le envió al químico sueco Jöns Jacob Berzelius³⁴¹ una muestra del eritronio que aún conservaba. Berzelius comprobó que el eritronio de del Río era el vanadio de Sefström. Humboldt le transmitió inmediatamente la noticia a Andrés del Río.³⁴²

En 1835, del Río publicó en los *Transactions* de la *American Philosophical Society* un informe sobre cómo llegó a descubrir el nuevo elemento.³⁴³ Por esas fechas, el geólogo George William Featherstonhaugh, quien era redactor y editor de un periódico geológico en Filadelfia llamado *Monthly American Journal of Geology and Natural Science*, propuso que el vanadio fuera llamado *rionio*, haciendo referencia al apellido de su descubridor.³⁴⁴ En México, en 1858, ya fallecido del Río, sobre el mismo tema, el Conde de la Cortina manifestó en la sesión del 27 de mayo de Sociedad de Geografía y Estadística que:

...habiendo visto en el Manual de Química de la colección que bajo el título de Enciclopedia Popular Mexicana está publicando en París la casa de Rosa y Bouret, que se atribuye a un geólogo alemán el descubrimiento del vanadio, le parece oportuno llamar la atención de la Sociedad hacia este error

³³⁹ Friedrich Wöhler fue quien sintetizó la urea a partir del cianato de amonio en 1828, dando por terminada la teoría de la *fuera vital* que explicaba la diferencia entre los compuestos orgánicos e inorgánicos. Un año antes, Wöhler descubrió el aluminio y el berilio. Trífonov, D. N. y V. D. Trífonov, *Cómo fueron descubiertos los elementos químicos*. Trad. A. Ya. Sergueiquin. Moscú: Mir, 1990, p. 44.

³⁴⁰ Sandoval Vallarta, *loc. cit.*

³⁴¹ A su vez, J. J. Berzelius descubrió el cerio, el selenio, el silicio y el torio. Trífonov, 1981, pp. 18-20.

³⁴² Sandoval Vallarta, *loc. cit.*

³⁴³ *Ídem.*

³⁴⁴ Ramírez, 1891, p. 25.

científico e histórico; pues dicho metal fue descubierto en 1801 por el catedrático de mineralogía del Colegio de Minería D. Andrés del Río, a quien no se debe privar del mérito de este descubrimiento.³⁴⁵

Todavía en el siglo XX, concretamente en 1948, se hizo un intento ante la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), por Manuel Sandoval Vallarta (1899-1977) y Arturo Arnaiz y Freg (1915-1980), para que se le diera crédito a del Río.³⁴⁶ Años después, en el Séptimo Congreso Latinoamericano de Química en 1959, Modesto Bargalló, a sugerencia de Linus Pauling (1901-1994),³⁴⁷ presentó un trabajo denominado *Conveniencia de sustituir el nombre vanadium por el de erythronium*.³⁴⁸

A diferencia de los hermanos Delhuyar, quienes sí aislaron el volframio, ni del Río ni Sefström lo lograron con el vanadio. Después de darse la noticia del descubrimiento por el químico sueco, algunos químicos europeos, como Berzelius, Roscoe, y Moissan, se dieron a la tarea de purificar el nuevo metal sin conseguirlo. El vanadio pudo reducirse al estado metálico por primera vez en 1904, tarea que llevaron a cabo Weiss y Aichel, a más de un siglo de su identificación.³⁴⁹

2.1.3 La química en el Colegio de Minería durante la etapa del México Independiente (1821-1867)

En el año de 1822, apareció en la *Gaceta Imperial de México*, lo que se enseñaría en las cátedras de química y de mineralogía de ese mismo año:

³⁴⁵ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, pp. 677 y 678.

³⁴⁶ Sandoval Vallarta M. (1978). "El nombre del elemento 23". En Barnés, Dorotea y Alfonso Mondragón, comps. *Manuel Sandoval Vallarta. Obra científica*. México: UNAM-Instituto de Física, pp. 476-478.

³⁴⁷ Bargalló M. (1966). "Andrés Manuel del Río y Fernández, descubridor del vanadio (eritronio)". *Andrés Manuel del Río y su obra científica*. México, Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, p. 39.

³⁴⁸ Bargalló M. (1960). "Conveniencia de sustituir el nombre vanadium por el de erythronium". *Rev. Soc. Quím. Mex.* IV, 6, pp. 199 y 200.

³⁴⁹ Landero, C. F. (1938). *Notas sobre los minerales primeramente descubiertos en México*. México: Academia Nacional de Ciencias "Antonio Alzate", p. 390.

En la de química se explican la química atmosférica y la mineral con sus aplicaciones á la docimasia y metalurgia, así como á otras artes y á la medicina, consultando á los autores mas célebres y modernos.

En la de mineralogía se tratan la orictognosia y geognosia con arreglo á la obra del Sr. D. Andrés del Río aumentada con muchos descubrimientos modernos, así como el tratado de vetas y el arte de minas con la posible extensión.³⁵⁰

La descripción del curso de química del año de 1826, es muy parecido a la original de finales del siglo XVIII. Además, en el plan de estudios se hace la reiteración de que la cátedra de química seguía después de las de matemáticas y de física, y posteriormente se debía continuar la de mineralogía y estaba contemplada para cursarse en el cuarto año. Así se leía en la descripción general del curso de química:

En el cuarto la Química, reducida a la parte mineral, la Docimacia que trata de los ensayos, y la Metalurgia que abraza los diversos metodos y operaciones con que se benefician generalmente todos los productos subterráneos.³⁵¹

Desde el año de 1806, tras la muerte de Luis Lindner, Manuel Cotero asumió la cátedra de química con la condición de interino. Fue hasta 1819 cuando Delhuyar, poco antes de su marcha definitiva de México, le concedió la propiedad de la cátedra, quizá porque el director, después del fallecimiento de Lindner, aún esperaba la incorporación de algún profesor formado en Europa. Los años en los que Cotero impartió el curso de química fueron de 1806 a 1809, 1812, 1814, 1816, de 1818 a 1821, de 1824 a 1827 y en 1829.³⁵² En abril de 1824, Domingo Lazo fue nombrado ayudante esta clase, pero renunció en septiembre de ese

³⁵⁰ *Gaceta Imperial de México* I, 50 (jueves 1º de enero de 1822), p. 405.

³⁵¹ Moles Batllell, et al., *op. cit.*, pp. 230 y 231.

³⁵² Aceves Pastrana y Mendoza Zaragoza, *op. cit.*, pp. 472; Ramírez, 1890, p. 257; y Zúñiga y Ontiveros, M. J. (1820). *Calendario Manual y Guía de Forasteros*. México: Oficina del autor, p. 124.

mismo año.³⁵³ En 1829, Cotero impartió el curso de química por última vez, sin embargo, no pudo presentarse a los actos públicos, por lo que fue sustituido por Manuel Herrera.³⁵⁴

Dentro de los temas contemplados en los actos públicos de química en 1829, se hace mención del sistema de Berzelius para designar las fórmulas de los compuestos químicos. En México, el catedrático de mineralogía del Colegio de Minería, Andrés del Río, y el de química Manuel Herrera emplearon el sistema de Berzelius para simbolizar las sustancias descubiertas en sus investigaciones.³⁵⁵

En cuanto a las aplicaciones contempladas en ese mismo año estuvo la de “Modo de hacer el alumbrado con gas que se usa en algunos lugares de Europa y de Estados Unidos manifestando las ventajas de esta iluminación sobre las usadas corrientemente”.³⁵⁶

El sucesor de Cotero fue Manuel Herrera, quien impartió la cátedra desde 1833 hasta 1855, meses antes de su fallecimiento en 1856. Ambos fueron colegas cercanos de Andrés del Río. Cotero colaboró con él en los análisis de las muestras que condujeron al descubrimiento del vanadio y, además, le ayudó a Humboldt a realizar los ensayos químicos de las muestras mineralógicas que recogió en México. Herrera, por su parte, le asistió a del Río en el establecimiento de la ferrería de Coalcomán (en 1806).³⁵⁷

José Manuel Herrera y Olvera nació en 1782, en Cadereyta. Ingresó al Colegio de Minería en el año de 1798, terminando sus estudios a principios de 1803, y llevando a cabo sus prácticas en Zacatecas.³⁵⁸

³⁵³ Lazo también fue nombrado maestro de dibujo y sustituto de física. Ramírez, *op. cit.*, pp. 257 y 258.

³⁵⁴ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, p. 757.

³⁵⁵ Del Río A. (1828). “Analysis of two new mineral substances, consisting of bi-seleniuret of zinc and sulphuret of mercury. Found at Culebras in México”. *The Philosophical Magazine or Annals of chemistry, mathematics, astronomy, natural history, and general science*. Vol IV. Eds. Richard Taylor y Richard Phillips. Londres, pp. 113-115; y Díaz y de Ovando, *op. cit.*, p. 1313.

³⁵⁶ Díaz y de Ovando, 1998.

³⁵⁷ Cárdenas y Ramos, (2014), p. 35

³⁵⁸ Ramírez, *op. cit.*, pp. 140, 187 y 189.

En 1811, Andrés del Río solicitó licencia de dos o tres años para hacer estudios mineralógicos en Guatemala, por lo que propuso que lo sustituyera Herrera en la cátedra de mineralogía y que se le pagará con la mitad de su sueldo. La licencia le fue concedida, sin embargo, por escasez de fondos, no pudo concedérsele lo relativo a su sueldo y al sustituto.³⁵⁹

La actividad de Herrera como profesor en el Colegio de Minería comenzó a finales de la década del 20, cuando del Río se exilió en Estados Unidos tras la expulsión de los españoles (pese a que él había sido excluido) y los sustituyó en la cátedra de mineralogía.³⁶⁰

Como profesor de química Herrera participó en diversas comisiones y realizó varias investigaciones. El año de 1833 se denominó el año del cólera por una pandemia que se dio en México. Herrera fue comisionado junto con Tomás Ramón del Moral (1791-1847) y Manuel Ruiz de Tejada por el presidente Gómez Farías para que examinaran el agua que entraba a la Ciudad de México. Los catedráticos descubrieron que el agua contenía ácido sulfhídrico y aunque en esta sustancia no radicaba la causa del cólera, por lo menos, probablemente, implementaron la antigua costumbre de hervir el agua antes de beberla.³⁶¹ Sin embargo, la participación de Herrera no terminaba allí, pues Guillermo Prieto en sus *Memorias de mis tiempos*, relata algunos aspectos –que parecen tener carácter legendario– que se relacionan con este profesor:

De tal manera dominaba el pánico que se anunció que un sabio, que vivía en el Puente de San Francisco número 4, había descubierto un parche que era preservativo infalible de la epidemia; esta medicina se atribuía a un químico, don Manuel Herrera.

³⁵⁹ Ramírez, *op. cit.*, pp. 222-224.

³⁶⁰ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, p. 817.

³⁶¹ Guarnier, *op. cit.*, p. 167.

La gente se agolpó de un modo tan ansioso y tumultuoso por aquel *fiat* de salvación de vida, que fue forzoso poner guardias numerosos en casa del señor Herrera para evitar un desastre;...³⁶²

Andrés del Río, desde Estados Unidos, emitió su propio comunicado sobre la naturaleza de la enfermedad (las cursivas son originales):

La cólera morbus, es una enfermedad *Electromagnética*, pues habiendo aconsejado aquí como preservativo el uso de un emplasto de pez puesto al estómago, discurrí que no podía obrar de otra manera que electrizándolo negativamente, y para evitar la incomodidad que traería si se ablandaba con el calor, sustituí una barrita de lacre cosida en una faja, la que traje en contacto con la piel, y observaba que al mudar camisa por la noche, al doblarla despedía chispitas eléctricas en prueba de haberme electrizado negativamente.

El 3 de agosto [de 1832] en la noche hubo aquí una fuerte tempestad de truenos y relámpagos y al día siguiente disminuyó el número de los atacados de la cólera en 40. Posteriormente he leído una obra del Dr. Hahnermanz, célebre médico alemán, que ha hecho en Ungría la observación de que todos los que traían una chapita de cobre colgada y en contacto con la piel, ni uno solo ha sido atacado por la cólera; ahora bien, el cobre es respecto del zinc eminentemente negativo y así obrará electrizando negativamente por el frotamiento con la piel.³⁶³

Meses después, en agosto de 1833, el mismo del Río publicó una receta concebida por él, para prevenir el contagio del cólera que consistía en derretir y mezclar pez amarilla, cera marqueta y copal blanco, formar un parche (quizá del que hablaba Prieto y que se le

³⁶² Prieto G. (1992). *Memorias de mis tiempos*. Presentación y notas de Boris Rosen Jélomer. México: Conaculta, p. 103.

³⁶³ Del Río además informó sobre el método curativo usado en Filadelfia: “Luego que el paciente se siente atacado por la cólera, se le debe dar de cinco en cinco minutos de una á tres gotas de una disolución de alcanfor en espíritu de vino, (media onza de alcanfor disuelta en seis onzas de aguardiente refino) y frotarle el cuerpo con la mano empapada en la misma disolución...” *El Fénix de la Libertad* II, 24 (21 de enero de 1833), p. 2 y 3.

atribuía a Herrera) y aplicarlo arriba del ombligo.³⁶⁴ En total se registraron 1219 cadáveres debido a esta epidemia.³⁶⁵

Además, como catedrático de química del Colegio de Minería, se dice que Herrera alrededor de 1839, descubrió los procesos fotográficos al mismo tiempo que Louis Daguerre en París.³⁶⁶ Santiago Ramírez, es el único autor que encontramos que menciona este hecho, quien además de presentarlo en su obra *Datos para la historia del Colegio de Minería*, volvió a referirse al asunto, al destacarlo en un discurso al conmemorarse el centenario de la inauguración del Real Seminario de Minería en 1792:

...el hallazgo del modesto profesor de química Manuel Herrera, quien descubriera al mismo tiempo que Daguerre, la influencia de la luz sobre ciertas sustancias, y su aplicación a la fotografía, descubrimiento del cual, si se hubiera anticipado unos días, hoy se enorgullecería la patria.³⁶⁷

Por otra parte, Pedro Montesdeoca, quien según sus propias palabras era amigo de Herrera, afirmó que los primeros usos de la electrotipia se debían a un cierto profesor Jacobi de San Petersburgo y a un Sr. Spencer de Liverpool entre 1837 y 1839. En 1843, Montesdeoca publicó, en el *Museo Mexicano* una descripción detallada de los procedimientos electroquímicos aplicados a los recubrimientos metálicos. El autor menciona que se enteró del uso de la electricidad galvánica gracias a Herrera y que el profesor de química le había hecho un electrotipo, y, además, le explicó el modo de usarlo y le regaló unos apuntes con las instrucciones de operación del aparato. Incluso proporcionaba la dirección del profesor para quienes quisieran consultarlo sobre la electrotipia.³⁶⁸ Cabe

³⁶⁴ *El Fénix de la Libertad* III, 10 (10 de agosto de 1833), p. 4

³⁶⁵ Illescas Frisbie R. (1964). "Doctor Don Leopoldo Río de la Loza, químico y naturalista". *Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia*. Tomo I. México: Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, p. 172.

³⁶⁶ Ramírez, *op. cit.*, p. 391.

³⁶⁷ Díaz y de Ovando, 1992, p. 30.

³⁶⁸ Díaz y de Ovando, 1998, pp. 1337-1344.

mencionar que Herrera en 1840 había pronunciado un discurso cuyo título era “Sobre las fuerzas electroquímicas” que fue publicado en el *Periódico de la Academia de Medicina de México*.³⁶⁹

En 1843, la Dirección General de la Industria Nacional solicitó al director del Colegio de Minería, Francisco Robles, un estudio acerca de la fabricación de porcelana y sobre la existencia en México de los materiales para trabajarla.³⁷⁰ Los profesores que hicieron el estudio y el informe fueron Andrés del Río, Manuel Herrera y Tomás Ramón del Moral.³⁷¹

Los temas de los exámenes de química entre 1835 y 1842, dirigidos por Herrera, se muestran en el cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Temas de los actos públicos de química en el Colegio de Minería (1829-1842)

1829	1835	1837	1839	1842
Distinción entre los cuerpos simples y compuestos	Combinaciones de los cuerpos elementales ponderables con el oxígeno, metaloides y metales	Combinaciones de los cuerpos elementales ponderables con el oxígeno, metaloides y metales	Conocimiento sobre cuerpos ponderables	Combinaciones de los cuerpos elementales ponderables con el oxígeno, metaloides y metales
Enumeración de los cuerpos simples	Leyes de los números múltiplos, de los equivalentes químicos y la correspondencia con los cálculos matemáticos	Leyes de los números múltiplos, de los equivalentes químicos y la correspondencia con los cálculos matemáticos	Caracteres de los compuestos que resultan de las diferentes combinaciones del oxígeno, de los metales planetaloides con los cuerpos elementales ponderables	Leyes de los números múltiplos, de los equivalentes químicos y la correspondencia con los cálculos matemáticos
Reglas para conocer los cuerpos simples	Caracteres de los cuerpos imponderables y sus diversas analogías	Pesos atómicos y su correspondencia con los cálculos matemáticos	Leyes de los números múltiplos, de los equivalentes químicos y la correspondencia con los cálculos matemáticos	Pesos atómicos y su correspondencia con los cálculos matemáticos
División de los cuerpos simples en sustancias metálicas y no metálicas	Caracteres de los óxidos metálicos	Caracteres de los cuerpos imponderables y		Caracteres de los cuerpos imponderables y
Modo cómo se verifican las combinaciones de los simples para formar compuestos según el sistema de Berzelius	Leyes de formación de las sales			
Fórmulas que se usan para designar los compuestos según el número de				

³⁶⁹ Dabek R. (1992). “Publicaciones químicas en México, durante la primera mitad del siglo XIX. Parte I. Artículos publicados en el Periodo de la Academia de Medicina de México”. *Rev. Soc. Quím. Mex.* 36, 3, p. 103.

³⁷⁰ Ramírez, *op. cit.*, pp. 310 y 311.

³⁷¹ Ramos Lara, *op. cit.*, p. 50.

átomos que entran en su composición empleando el sistema de Berzelius	La influencia de la electricidad en las reacciones químicas y su teoría	sus diversas analogías	Pesos atómicos y su correspondencia con los cálculos matemáticos	sus diversas analogías
Oxidación de los cuerpos y los distintos óxidos que se obtienen		Oxidación de los cuerpos y los distintos óxidos que se obtienen	Caracteres de los cuerpos imponderables y sus diversas analogías	Leyes de formación de las sales
División de los ácidos en oxácidos e hidrácidos		Leyes de formación de las sales	Caracteres de los óxidos metálicos	Descripción de los caracteres de las sales en general y en particular
Leyes de formación de las sales		Descripción de los caracteres de las sales en general y en particular	Leyes de formación de las sales	La influencia de la electricidad en las reacciones químicas y su teoría
Descripción de los caracteres de las sales en general y en particular		La influencia de la electricidad en las reacciones químicas y su teoría	Descripción de los caracteres de las sales en general y en particular	
Modo de purificar las sales			La influencia de la electricidad en las reacciones químicas y su teoría.	
Usos de las sales				
Modo de hacer el alumbrado con gas que se usa en algunos lugares de Europa y de Estados Unidos manifestando las ventajas de esta iluminación sobre las usadas corrientemente.				

Fuente: Díaz y de Ovando, 1998

Por otro lado, uno de los temas que estuvieron en constante debate durante gran parte del siglo XIX, fue el atomismo y algunas de sus derivaciones como el concepto de peso atómico, el cual aparece en los temas que se vieron en los actos públicos de química del Colegio de Minería por lo menos a partir de 1829.³⁷²

En el año de 1843, en términos muy generales, el plan de estudios de la cátedra de química contemplaba los siguientes temas de Elementos de química general y Aplicación de la parte

³⁷² Díaz y de Ovando, *loc. cit.*

inorgánica a la docimasia y metalurgia (comprendiendo en lo posible los métodos prácticos nacionales y extranjeros).

De igual forma, los ensayadores, apartadores, beneficiadores e ingenieros de minas tenían que hacer prácticas de análisis químico en el laboratorio del colegio. Por otro lado, los profesores de química tenían que participar en los exámenes de los alumnos de estas cuatro carreras.³⁷³ Los temas de los actos públicos después de la reforma de 1843 y hasta 1857 se muestran en el cuadro 2.3.

Cuadro 2.3 Temas tratados en los actos públicos de la cátedra de química del Colegio de Minería (1843-1857)

1843	1844 a 1846	1848 y 1849	1851	1852	1854 y 1855	1857
Números proporcionales y los sistemas atómicos y de equivalentes químicos con aplicación de las fórmulas para los análisis y síntesis	Leyes de los números múltiples proporcionales o equivalentes químicos y teoría atómica que están en relación con la ley de los volúmenes	Óxidos, combinaciones en uro y ácidos y sales que es lo que abraza los cuatro órdenes de clasificación	División de los cuerpos en simples y compuestos	Definición de química	Distinción entre los fenómenos físicos y químicos	Nomenclatura, notaciones y fórmulas
Combinaciones de primero, segundo, tercero y cuarto orden con relación al oxígeno o a los metaloides en general y en particular a las sales inorgánicas	Aplicación de las leyes anteriores para el desarrollo de las fórmulas y su aplicación a la práctica ya sea analítica o sintética	Leyes de los números múltiples proporcionales o equivalentes químicos y teoría atómica que están en relación con la ley de los volúmenes	Nomenclatura, notaciones y fórmulas	Distinción entre los fenómenos físicos y químicos	División de los cuerpos en simples y compuestos	Teorías de los equivalentes : leyes de Wenzel, Richter, Berzelius, Dalton y Gay-Lussac
Caracteres distintivos de los cuerpos imponderables es decir el calórico, la electricidad, la luz y el	Óxidos, ácidos y combinaciones en uso	Aplicación de las leyes anteriores para el desarrollo de las fórmulas y su aplicación a	Leyes de los números múltiples proporcionales o equivalentes químicos y teoría atómica que están en relación con la ley de los volúmenes	División de los cuerpos en simples y compuestos	Diferentes estados de los cuerpos	Leyes de Berthollet
			Fuerzas de agregación o cohesión y afinidad química	Divisibilidad de la materia	Nomenclatura, notaciones y fórmulas	Sales en general y en particular
			Caracteres físicos y	Diferentes estados de los cuerpos	Teoría atómica	Solubilidad y neutralidad de las sales
				Nomenclatura, notaciones y fórmulas	Leyes de los números múltiples proporcionales o equivalentes químicos y teoría atómica que están en relación con	Principios de cristalografía
				Teoría atómica		Sistemas cristalinos
				Leyes de los números múltiples proporcionales o		

³⁷³ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, pp. 1285 y 1286.

<p>magnetismo y sus analogías</p> <p>Las composiciones y descomposiciones de los cuerpos bajo el sistema electroquímico</p>	<p>Sales en general y en particular</p> <p>Caracteres distintivos de las sales y maneras de reconocerlas</p> <p>Caracteres distintivos de los cuerpos imponderables es decir el calórico, la electricidad, la luz y el magnetismo y sus analogías</p> <p>Influencia que ejercen el calórico y la electricidad en las combinaciones y descomposición de los cuerpos</p> <p>Cuerpos simples, metaloides y metales clasificándolos en negativos, positivos, indiferentes y singulares, sus caracteres esenciales y las combinaciones que pueden formar</p>	<p>la práctica ya sea analítica o sintética</p> <p>Modo de calcular los pesos atómicos y por medio de ellos hallar los pesos específicos y la relación de los volúmenes</p> <p>División de los cuerpos imponderables</p> <p>Clasificación de combinaciones de primero a cuarto orden las cuales abarcan todas las combinaciones de la naturaleza en sus tres reinos en cuanto al número de elementos de que se componen</p> <p>Clasificación de los cuerpos simples y compuestos en positivos y negativos y su comprobación con las diferentes reacciones</p>	<p>organolépticos que sirven para distinguir los cuerpos</p> <p>Influencia de los fluidos imponderables en las reacciones químicas</p> <p>Definición de los sistemas de cristales según Mohs</p> <p>Dimorfismo o y polimorfismo</p> <p>Isomorfismo o y sus relaciones con la composición química</p> <p>Historia y propiedades de los metaloides</p> <p>Comprobación de las teorías atómica y de equivalente mediante la cristalización y los calores específicos de los metaloides</p> <p>Caracteres físicos de los metales</p> <p>Ligas metálicas</p>	<p>equivalentes químicos y teoría atómica que están en relación con la ley de los volúmenes</p> <p>Fuerzas de agregación o cohesión y afinidad química</p> <p>Caracteres físicos y organolépticos que sirven para distinguir los cuerpos</p> <p>Influencia de los dynamides en las reacciones químicas</p> <p>Principios de cristalografía</p> <p>Dimorfismo y polimorfismo</p> <p>Isomorfismo o y sus relaciones con la composición química</p> <p>Historia y propiedades de los metaloides</p> <p>Procedimientos de preparación de los metaloides</p>	<p>la ley de los volúmenes</p> <p>Fuerzas de agregación o cohesión y afinidad química</p> <p>Caracteres físicos y organolépticos que sirven para distinguir los cuerpos</p> <p>Influencia de los dynamides en las reacciones químicas</p> <p>Principios de cristalografía</p> <p>Dimorfismo y polimorfismo</p> <p>Isomorfismo o y sus relaciones con la composición química</p> <p>Alotropía</p> <p>Isomerismo</p> <p>Historia y propiedades de los metaloides</p> <p>Procedimientos de preparación de los metaloides</p> <p>Aplicaciones más notables de</p>	<p>Determinación de los cristales</p> <p>Hipótesis de los decrecimientos moleculares</p> <p>Imperfección de los cristales</p> <p>Historia y propiedades de los metaloides</p> <p>Combinaciones de los metaloides con el oxígeno</p> <p>Acción de los metaloides sobre los metales</p> <p>Acción de los metaloides sobre los óxidos metálicos</p> <p>Historia y propiedades de cada uno de los metales</p> <p>Combinaciones de los metales con el oxígeno</p>
---	---	---	---	---	---	--

		electroquímicas Electroplástica Ley de los incompatibles o la no existencia de dos electricidades del mismo nombre	Óxidos, sulfuros, seleniuros, telururos y sales metálicas Historia y propiedades de cada uno de los metales	Aplicaciones más notables de los metaloides Caracteres físicos de los metales Óxidos, sulfuros, seleniuros, telururos y sales metálicas Historia y propiedades de cada uno de los metales Nociones sobre los criaderos de metales	los metaloides Acción de los metaloides sobre los metales Caracteres físicos de los metales Ligas metálicas Óxidos, sulfuros, seleniuros, telururos y sales metálicas Historia y propiedades de cada uno de los metales Nociones sobre los criaderos de metales	
--	--	--	--	---	---	--

Fuente: Díaz y de Ovando, 1998

La parte de electroquímica apareció por primera vez en el acto público de 1835, y este tema siguió dentro de los programas del resto de la década del 30 y en la década del 40. Al parecer fue Herrera quien introdujo la enseñanza de la electroquímica en México. También se dedicó a hacer algunos experimentos, pues hizo publicaciones sobre al recubrimiento de metales por medio de la electroquímica y sobre las fuerzas electroquímicas. Además, en 1850, el alumno Juan Orozco publicó un artículo donde expresa sus conocimientos de electroquímica adquiridos en el Colegio de Minería.³⁷⁴

³⁷⁴ Orozco J. (5 de octubre de 1850). "Inversión de los polos". *El Siglo Diez y Nueve* 643, p. 1094.

Por otro lado, a partir de la década del 50 se incluye el estudio de la cristalografía. Asimismo, algunos autores que se mencionan son Carl Friedrich Wenzel (1741-1793) y Jeremías Benjamin Richter (1762-1807), quienes desarrollaron la teoría de los equivalentes químicos sentando las bases de la estequiometría;³⁷⁵ Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850), quien estableció la ley de los volúmenes de combinación de los gases;³⁷⁶ así como John Dalton y Jakob Berzelius.

Tras la muerte de Herrera en 1856, el ensayador y médico Ignacio Hierro fue nombrado su sustituto. Él impartió el curso de 1856 a 1863, año en el que se trasladó a Zacatecas debido a la intervención francesa.³⁷⁷

Ignacio Hierro y Salgado nació en la Ciudad de México en 1833. Realizó sus estudios de ensayador en el Colegio de Minería y además obtuvo el título de Médico.³⁷⁸

El 20 de enero de 1857, Hierro presentó el examen de oposición para la cátedra de química, la cual le fue asignada.³⁷⁹ El jurado para elegir al nuevo catedrático estuvo conformado por Leopoldo Río de la Loza, José María Vargas, Ladislao de la Pascua, Manuel Orozco y Berra, Manuel Ruiz de Tejada, Blas Balcárcel, Miguel Bustamante y Sebastián Camacho. Las otras personas que participaron fueron Patricio Murphy, otro egresado del colegio, Modesto Jiménez, médico cirujano; y un ingeniero titulado en París de apellido Poumaret. Murphy y Jiménez fueron designados profesores honorarios.³⁸⁰

³⁷⁵ Bascuñán Blaset A. (1999). "Bases históricas sobre materia, masa y leyes ponderales". *Rev. Soc. Quím. Méx.* 43, 5, p. 179.

³⁷⁶ Cruz-Garriz D., Chamizo J. y Garriz A. (1991). *Estructura atómica. Un enfoque químico*. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana, p. 6.

³⁷⁷ Cárdenas y Ramos, p.24

³⁷⁸ Martínez Ortiz S. (24 de octubre de 2008). "Médicos Zacatecanos". *El Sol de Zacatecas*. En línea.

³⁷⁹ Ramírez, *op. cit.*, p. 394.

³⁸⁰ Urbán Martínez, *op. cit.*, pp. 67 y 68.

Durante la intervención francesa, Ignacio Hierro, se trasladó a Fresnillo, Zacatecas³⁸¹ y fue sustituido en la cátedra de química general por Patricio Murphy. Este nombramiento recibió fuertes críticas. Por ejemplo, en un artículo publicado en el *Cronista de México* del 20 de diciembre de 1864, Fernando Domínguez Camargo manifestó que:

El Sr. Murphi al publicarse algunos años há la convocatoria para la clase de química en el Colegio de Minería, tuvo por conveniente oponerse á ella con el Sr. D. Ignacio Hierro, quien como recordará el Sr. Murphi, lo venció en buena lid, declarándolo así el jurado correspondiente que se formó de las personas mas notables en esta ciencia, declarando al Sr. Hierro profesor *propietario*. Se puso pues, en consecuencias á este señor en posicion de la cátedra que con tanta gloria había ganado, quien la desempeñó á satisfaccion de la junta facultativa por espacio de algunos años, presentando constantemente discípulos muy aprovechados que siempre le harán honor, como se lo harán al colegio; pero al volver el Sr. Velazquez de Leon en Junio de 1863, á la direccion del establecimiento, encontró por conveniente separar al Sr. Hierro sin mas motivo que el profesar este instruido joven ideas liberales para colocar al Sr. Murphi, que como todos saben, pertenece al partido conservador. Con la derrota que en aquel acto sufrió creimos que aceptaria la sustitucion del Sr. Hierro; pero desgraciadamente nos equivocamos.³⁸²

Ignacio Hierro tuvo una importante labor en la difusión de las ciencias en Zacatecas, pues, a partir de 1878, se hizo cargo de la dirección del Instituto Literario de García que después se convertiría en Instituto de Ciencias de ese Estado. Entre sus labores estuvieron la ampliación del edificio que albergaba a este instituto e influyó para que se abrieran los estudios de medicina, farmacia e ingeniería y ensaye de metales. Además, instaló los gabinetes de física, química e historia natural,³⁸³ encargando aparatos a París para éstos.³⁸⁴

³⁸¹ Martínez Ortiz, *loc cit.*

³⁸² Díaz y de Ovando, *op. cit.*, pp. 2505 y 2506.

³⁸³ “Alocución leída por el Sr. Lic. Ignacio Castro, miembro de la Junta Directiva del Instituto de Ciencias, ante la tumba del Sr. Dr. Ignacio Hierro”. *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas* XXIV, 17 (28 de febrero de 1900), p. 2.

³⁸⁴ Martínez Ortiz, *loc. cit.*

En aquel entonces, el Instituto Literario de García se impartían las materias de “Química anorgánica”, “Docimacia”³⁸⁵ y “Fotografía”.³⁸⁶ Además, en 1880, se realizaron una serie de lecturas públicas, organizadas por miembros de la Sociedad Tomás Ramón del Moral, sobre física, química experimental y aplicada, botánica, zoología, geografía y diferentes ramas de las matemáticas.³⁸⁷

Además, en Fresnillo, Hierro estableció una botica, denominada “La Caja”³⁸⁸ y fue ensayador de la Casa de Moneda. Falleció el 25 de febrero de 1900 por un padecimiento del corazón.³⁸⁹ Lorenzo Villaseñor, uno de los discípulos de Hierro en su laboratorio químico metalúrgico, publicó en 1910 un compendio de mineralogía.³⁹⁰



Figura 9. Ignacio Hierro Salgado

³⁸⁵ Díaz Covarrubias J. (1875). *La instrucción pública en México. Estado que guardan la instrucción primaria, la secundaria y la profesional en la República. Progresos realizados – Mejoras que de deben introducirse*. México: Imprenta del Gobierno, en Palacio, p. 184.

³⁸⁶ Sifuentes Espinoza D. (2004) “Científicos extranjeros en Nuevo León. Siglo XIX”. *Ciencia UANL* VII, 1, p. 21.

³⁸⁷ *El Minero Mexicano* VII, 2 (11 de marzo de 1880), p. 24.

³⁸⁸ Maillefert, E. (1868). *Directorio del Comercio de la República Mexicana para el año de 1869*. México: s.e., p. 313.

³⁸⁹ *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas* XXIV, 17 (28 de febrero de 1900), p. 1.

³⁹⁰ Enciso de la Vega, *op. cit.*, p. 49.

Patricio Tomás de los Dolores Murphy Creagh nació en Guanajuato, Guanajuato en 1832. Cursó la cátedra de química en el Colegio de Minería en el año de 1853, siendo alumno de Manuel Herrera. Primeramente, se desempeñó dentro del Colegio de Minería como Preparador de química y física en 1854³⁹¹ y como profesor de Astronomía y de Geografía; además estableció un curso especial de física, por el que no obtenía gratificación económica alguna.³⁹² En 1857, se presentó al concurso de oposición para profesor de química en el Colegio de Minería, tras la muerte de Herrera, el cual ganó Ignacio Hierro. No obstante, Murphy comenzó su labor docente dentro del Colegio como profesor de docimasia en el año de 1860. Cuando Ignacio Hierro partió a Zacatecas, Murphy fue nombrado profesor de “Química inorgánica” y de “Análisis químico y ensayes”, cátedras que impartió en el año de 1863. Murphy redactó para sus cursos un escrito que permaneció inédito. En 1864, Murphy fue comisionado para redactar un proyecto de reglamento para los exámenes de ensayadores y en 1865 fue nombrado provisionalmente director del Colegio que en ese entonces se denominaba Escuela Imperial de Minas.³⁹³

Patricio Murphy también fue nombrado catedrático de química de la Escuela Nacional de Agricultura, pero de manera interina.³⁹⁴

Tras concluir su labor como docente, Murphy se encargó de la dirección de la Negociación Minera de Fresnillo, lugar donde también se desempeñó como Director de Apartado de la Casa de Moneda e Interventor de la misma. Hacia 1876, comenzó su labor como director de la Negociación Minera de Maravillas en Pachuca.³⁹⁵

³⁹¹ *El Universal* XII, 262 (17 de noviembre de 1854), p. 1.

³⁹² “El Sr. D. Patricio Murphy”. *El Minero Mexicano* VII, 12 (20 de mayo de 1880), p. 134.

³⁹³ Ramírez, *op. cit.*, pp. 444 y 452.

³⁹⁴ Urbán Martínez, Guadalupe Araceli. “Fertilizantes químicos en México (1843-1914)”. Tesis de Maestría. UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, 2005, p. 68.

³⁹⁵ El Sr. D. Patricio Murphy..., p. 135.

Al parecer el profesor Murphy durante toda su vida estuvo afectado por alguna enfermedad la cual se trataba introduciendo una de sus manos en una solución medicinal, sin embargo, según una biografía póstuma, este mismo mal lo conduciría a su muerte, acontecida el 14 de mayo de 1880.³⁹⁶

2.1.4 El curso de análisis químico en el Colegio de Minería y Escuela de Ingenieros

Desde 1797, la cátedra correspondiente al tercer año del plan de estudios del Colegio de Minería comprendía las partes de química, de docimasia, y de metalurgia. El plan consistía en completar estos temas durante el año que comprendía el curso. Sin embargo, Fausto Delhuyar, quien impartió por primera vez en México esta cátedra, dedicó todo el año únicamente a la parte de química, es decir las teorías, y destinó un tiempo extraordinario para la enseñanza de los métodos metalúrgicos. Aunado a esto, los alumnos que pretendían recibir el título de Perito facultativo de minas tenían que completar su enseñanza en algún distrito minero de provincia en el que se incluían prácticas en alguna hacienda de beneficio.

Las prácticas de química se hacían dentro del laboratorio del Colegio, para el cual, durante los primeros años, se hicieron varias adquisiciones de aparatos y reactivos. Las investigaciones y descubrimientos en el área de la química, por parte de los profesores, principalmente de química y de mineralogía, del Colegio de Minería, como Andrés del Río, Manuel Coteró, Manuel Herrera, Juan Méndez y Tomás Ramón del Moral, muestran las numerosas actividades que hubo en el área de análisis químico. Sin embargo, durante el periodo del Colegio dentro del México independiente, aparecieron opiniones como ésta de

³⁹⁶ El Sr. D. Patricio Murphy..., p. 134.

1841, hecha por José María Castera (†1850), quien fungía como secretario de la Junta de Fomento y Administrativa de la Minería³⁹⁷ y, además, era egresado del Colegio de Minería:

El Colegio tiene una colección mineralógica, un laboratorio de química, y un gabinete de física, con los aparatos é instrumentos necesarios para la enseñanza; pero como la mayor parte de ellos fué adquirida hace muchos años, varios se hallan inutilizados y se carece de muchos de los que ecsige el actual estado de la ciencia.³⁹⁸

Asimismo, añade, acerca de la cátedra de química, que:

La de química la desempeña el profesor Manuel Herrera y en ella se instruye á los alumnos en los principios generales de esta ciencia y su aplicación á la dosimacia y metalurgia, todo con arreglo á las mejores obras y más recientes descubrimientos. En la dosimacia y metalurgia se siguen con especialidad las de Berthier y Dumas.³⁹⁹

En 1843, junto con algunos cambios que se dieron dentro del Colegio de Minería, se planeó introducir una cátedra exclusiva para el análisis químico.⁴⁰⁰ En ese año aparecieron las materias de análisis químico y análisis de laboratorio químico en el plan de estudios de la carrera de ingeniero de minas.⁴⁰¹ Sin embargo, el catedrático asignado por el director José María Tornel y ratificado por el presidente Santa Anna para esos cursos, Leopoldo Río de la Loza, no los llevó a cabo. En el decreto de Santa Anna publicado el 3 de octubre de 1843, se contemplan los estudios tanto de química general e inorgánica docimástica y metalúrgica como los de análisis químico,⁴⁰² y en otra publicación del *Diario del Gobierno* del 23 de

³⁹⁷ Ávila Hernández M. (2000). “Acervo Histórico del Palacio de Minería (el archivo y su proceso técnico)”. *Teoría y práctica archivística II*. Cuadernos del Archivo Histórico de la UNAM 12. Coord. Gustavo Villanueva Bazán. México: UNAM, p. 51

³⁹⁸ Castera, José María. “Colegio de Minería. Noticias sobre su origen y erección (segunda parte)” *El Mosaico Mexicano. Colección de Amenidades Curiosas e Instructivas* VI, 8 (sábado 21 de agosto de 1841), p. 170.

³⁹⁹ Castera, *loc. cit.*

⁴⁰⁰ Ramos Lara M. y Saldaña J. (2005). “La enseñanza de la ingeniería y las actividades de los ingenieros egresados del Colegio de Minería”. *La casa de Salomón en México. Estudios sobre la institucionalización de la docencia y la investigación científicas*. Coord. Juan José Saldaña. México: UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, p. 141.

⁴⁰¹ Ramos Lara, 1996, p. 183.

⁴⁰² Díaz y de Ovando, *op. cit.*, p. 1287.

noviembre del mismo año se menciona a Río de la Loza para la cátedra de “Análisis en el laboratorio químico”.⁴⁰³ Río de la Loza no admitió el puesto, según un informe del 26 de febrero de 1845 del propio Tornel, probablemente porque estaba ocupado con sus cátedras de Química médica;⁴⁰⁴ sin embargo fue sinodal en algunos exámenes públicos de química del Colegio de Minería.

Respecto a este nuevo curso de análisis químico que se intentó implementar en 1843 en el Colegio de Minería, en un artículo firmado por “un minero”, publicado en *El Siglo Diez y Nueve* a principios de 1845, se expresó lo siguiente:

La ley del 3 de Octubre creó, es cierto, dos nuevas clases: la de mecánica aplicada á las minas, y la de análisis químico; pero según el espíritu de la misma ley, estas clases se consideran como sucursales ó suplementarias; de suerte que los dos nuevos profesores de mecánica y análisis, son como repetidores o agregados á las respectivas clases principales, con el objeto de insistir ó de esplayar mas las materias dichas, para las que antiguamente se destinaba tan corto tiempo.

Al hacer esta reforma, sin duda se tuvo presente que si bien en el arte de minas estaba comprendida la mecánica aplicada á ellas las lecciones que sobre esta parte tan interesante al minero se daban, eran insuficientes; así como lo eran enteramente las relativas á la práctica de los análisis pues si se esceptúan los que ejercitaba el profesor de mineralogía durante su curso, los discípulos no sacarían ni idea de cómo se procede en el análisis de una sustancia. ¡Tan grande es la diferencia de practicar á describir como se debe practicar, en ciencias de esta naturaleza.

El autor de este artículo, en una nota a pie aclara que:

En la escuela de minas de Francia hay dos ó tres profesores agregados en cada clase estos son distinguidos ingenieros de minas, y su ejemplo es un poderoso estímulo para los alumnos.⁴⁰⁵

⁴⁰³ *Ibidem*, p. 996.

⁴⁰⁴ Urbán 2000.

⁴⁰⁵ “Instrucción científica”. *El Siglo Diez y Nueve* III, 1186 (26 de febrero de 1845), p. 3

Aproximadamente un mes después se hizo una réplica sobre esta apreciación en el *Monitor Constitucional*:

Dice vd., señor informante que *eran insuficientes las lecciones relativas á la práctica de los análisis*. Pues qué, ¿se ha olvidado vd. de que la química es la ciencia de las reacciones de todos los cuerpos unos sobre otros, que dá las reglas prácticas para los análisis? Parece que sí, supuesto que agrega que *los discípulos, si no fuera por un incidente bien extraño, no sacarían ni idea de cómo se procede en el análisis de una sustancia*. Cuando se dice que el amoníaco disuelve al cobre, ¿no se hace ver al mismo tiempo? Cuando se trata de que el ácido sulfúrico precipita la varita de las sales que la contienen, ¿no se demuestra justamente? Cuando se quiere separar el peróxido del protóxido de hierro con ácido acético, que disuelve el fosfato del segundo sin tocar al del primero, ¿se esconde de los discípulos el maestro para practicarlo?⁴⁰⁶

Antonio del Castillo, terció en este debate en un artículo publicado en *El Siglo Diez y Nueve* en abril de 1845, donde hace comparaciones entre el Colegio de Minería y otras instituciones europeas:

En la escuela de minas de París se da un curso especial de explotación de minas, un curso especial de metalurgia; cada uno dura seis meses; en la academia de minas de Freyberg, la explotación de minas y la metalurgia forman dos cursos especiales; lo mismo sucede en la escuela de minas de Madrid.

En el colegio de minería de México la explotación de minas forma parte del curso de mineralogía; la metalurgia parte del curso de química; se dedica un mes para las lecciones de arte de minas, para las de metalurgia un mes o algo mas, comprendida docimasia. ¿Podría llamársele propiamente colegio de minería? ¿Será un mes de lecciones de metalurgia, suficiente para que un alumno pueda servir de algo en nuestras grandes haciendas de beneficio?⁴⁰⁷

Posteriormente del Castillo, hace un análisis específico para el curso de química que subtítulo: *Cómo se da el curso de química en el colegio de minería*:

⁴⁰⁶ “Instrucción científica rebatida”. *El Monitor Constitucional* 80 (23 de marzo de 1845), p. 3

⁴⁰⁷ Del Castillo A. (16 de abril de 1845). “Instrucción científica”. *El Siglo Diez y Nueve* VI, 1234, p. 3

Nuestra opinión al calificar de insuficientes relativas á la práctica de los análisis, supone evidentemente las pocas demostraciones prácticas, como las que cita el articulista pero la experiencia acredita por el testimonio de cuantos discípulos ha habido que no bastan dos ó tres de estas demostraciones en el transcurso de cuarenta ó cincuenta días de lecciones orales, ó *durante las cuales el discípulo pasa al encerado á relatar de memoria las propiedades químicas de un cuerpo ó las reacciones de las sales unas sobre otras*: que no basta igualmente ver ejecutar al profesor uno que otro experimento, mas cuando se refiere a lecciones orales pasadas, de manera que habiendo ya olvidado las causas ó efectos que producen los fenómenos, estos sorprenden, como si uno viera reproducir los misterios de la alquimia.

Por otra parte, el articulista ha querido olvidar que en un laboratorio inaccesible al discípulo, es imposible que éste llegue á adquirir conocimientos que lo hagan prometer esperanzas.

La práctica adiestra, los resultados que por sí mismo un alumno obtiene lo estimulan; por el contrario, causa miedo tener que confiar á la memoria un libro entero de química. Recordamos que con este motivo una persona respetable, antiguo profesor del mismo colegio, dijo, no sabemos en qué escrito, que el curso de química *era un curso de conversación*. Y de paso nosotros haremos una reflexión, y es que estando destinado el colegio (insistimos en esto) para proveer á la minería de hombres útiles en sus diversos ramos, convendría mas que ocupar ocho ó nueve meses en las lecciones de una química aplicada a la medicina, ceñirle á tres ó cuatro meses de lecciones elementales puramente, y el resto del tiempo útil dedicarlo á un curso práctico de docimasia con pruebas en pequeño del beneficio por patio y barriles; en cuyo trabajo es claro que tanto el profesor como los discípulos tendrán un auxilio eficaz en el repetidor. Al hacer esta indicación, protestamos que no nos lleva otra mira, sino el deseo de ver salir del colegio alumnos, que llegaran con menos trabajo que ahora a hacerse útiles.⁴⁰⁸

Sobre el mismo tema, del Castillo, hace, en otro artículo, una comparación entre los cursos de la Escuela Minas de París y el Colegio de Minería de México:

...voy á presentar la enumeración de los cursos de la escuela de minas de París con su duración y los correspondientes del colegio de Minería de México. Y son de la primera escuela de minas cuatro.

⁴⁰⁸ *Ídem.*

Mineralogía y geología

Docimasia

Explotación de Minas

Mineralurgia

La duración de cada uno es de seis meses

De la de México dos correspondientes á saber:

El curso de química que comprende, 8 meses de lecciones elementales de química propiamente y *dos meses* de docimasia y metalurgia

El de mineralogía que comprende, 8 meses de lecciones de orictognosia, uno de geognosia y otro de laboreo de minas.⁴⁰⁹

El autor aclara que la parte de docimasia y metalurgia del Colegio de Minería corresponde a la de Mineralurgia de la Escuela de París.⁴¹⁰

En 1846, Tomás Ramón del Moral, siendo director interino del Colegio de Minería, sugirió al Ministerio de Relaciones, entre otras cosas, que en vez de establecer la cátedra de Análisis químico (propuesta desde 1843), que se estableciera la de Docimasia y metalurgia “bien dotada”.⁴¹¹

Años después, Antonio del Castillo, siendo diputado, presentó un proyecto de ley en la Cámara de Diputados en 1851, en cuya sección IV, se reitera la necesidad de crear la cátedra de “Química mineral y analítica”.⁴¹²

Hacia el año de 1860 se habían incorporado nuevos cursos de química en el Colegio de Minería. El programa de estudios para ese año publicado en el *Anuario del Colegio de 1859* contempla que en el quinto año se debían cursar sendas cátedras de Química general y

⁴⁰⁹ Del Castillo A. (6 de junio de 1845). “Contestación al comunicado que sobre estudios del Colegio de Minería insertó el Monitor Constitucional núm. 118”. *El Siglo Diez y Nueve* VI, 1283, p. 2

⁴¹⁰ *Ibidem*, p. 3.

⁴¹¹ Ramírez, *op. cit.*, 329

⁴¹² Díaz y de Ovando, *op. cit.*, p. 1179.

de Docimasia, impartidas por Ignacio Hierro y Patricio Murphy, respectivamente. Por otro lado, los ingenieros de minas, quienes hacían sus estudios terminales en la Escuela Práctica de Minas de Fresnillo, en ese mismo año de 1860, contaban en su plan de estudios con las cátedras de Análisis químico, y de Metalurgia en el séptimo año y con la de Expediciones metalúrgicas en el octavo. Estas tres eran impartidas por Miguel Velázquez de León.⁴¹³

En la sede del Colegio de Minería, en 1862, Ignacio Hierro al parecer impartió la cátedra de química por última vez,⁴¹⁴ ya que en 1863 aparecen las cátedras de “Química inorgánica” y la de “Análisis químico y ensayes”,⁴¹⁵ ambas impartidas por Patricio Murphy. En 1864, Murphy, se hizo cargo otra vez del único curso de química,⁴¹⁶ y en 1865 lo sustituyó Francisco del Villar Marticorena, pues Murphy había sido nombrado director de la Escuela Imperial de Minas.⁴¹⁷

En un estudio que Manuel Ramírez presentó en la clase de química en el año de 1865, menciona algunos de los temas que se estudiaban en esta cátedra: las reacciones químicas y la afinidad entre bases o elementos electropositivos y ácidos o elementos electronegativos; la naturaleza de las sales que se forman, la combustión y oxidación y la solubilidad, entre otros. En su estudio menciona a Berthollet, y, además, emplea el lenguaje y la notación moderna para describir las reacciones químicas, incluyendo coeficientes estequiométricos.⁴¹⁸

⁴¹³ *Anuarios del Colegio Nacional de Minería 1845, 1848, 1859, 1863* (Ed. Facs.). (1994). Eds. Fernando Curiel, et al. México: UNAM-Coordinación de Humanidades-Facultad de Ingeniería, sin número de página.

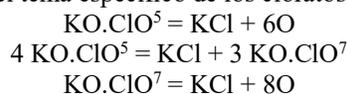
⁴¹⁴ Morelos Rodríguez L. (2010). *Ciencia, estados y científicos: el desarrollo de la geología mexicana a través de la obra de los ingenieros Antonio del Castillo, Santiago Ramírez y Mariano Bárcena (1843-1902)*. (Tesis de Maestría). UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, p. 72.

⁴¹⁵ Ramos Lara, *op. cit.*, p. 200; y Aceves P. y Wade Chambers D. “Minería y política en México: el caso de la química (1821-1867)”. Aceves Pastrana, 1994, p. 251.

⁴¹⁶ AHPM. 1864, 203, d. 9, f. 22.

⁴¹⁷ AHPM. 1865, 203, d. 11, f. 6.

⁴¹⁸ El estudio de Ramírez versa sobre el tema específico de los cloratos. Las reacciones que describe son:



Con las reformas de 1867, se creó la Escuela Nacional Preparatoria, donde los estudiantes aspirantes a ingresar a algún establecimiento de estudios superiores tenían que completar los cursos impartidos allí. Los contenidos generales de la cátedra de química de la que a partir de entonces sería la Escuela de Ingenieros pasaron a formar parte de los estudios preparatorios, por lo que el plan de estudios quedó conformado por los temas de análisis cualitativo, cuantitativo, docimasia y aplicaciones industriales de la química.⁴¹⁹ Este curso de química denominado “Química y análisis químico”, lo impartió José María César a partir de ese año.⁴²⁰

Aunque el titular de la cátedra seguía siendo Ignacio Hierro como se encontraba en Zacatecas, José María César fue quien continuó al frente de ésta y hasta el año de 1876. De 1877 a 1879, el minero europeo Guillermo Hay continuó con esta labor.⁴²¹ Y, posteriormente, Antonio del Castillo, quien se había desempeñado como catedrático de mineralogía durante varios años, continuó como profesor sustituto de Hay, desde el 1º de febrero de 1880 hasta el 30 de junio de 1886. Los profesores Juan B. Ochoa⁴²² y Manuel Urquiza sustituyeron, a su vez, a Antonio del Castillo en la cátedra de Mineralogía.⁴²³ Aguilera, menciona que, como director de la Escuela de Ingenieros, del Castillo mejoró notablemente el laboratorio de

“Los cloratos. Estudio presentado á la clase de Química del Colegio de Minería el 14 de julio de 1865 por el alumno Manuel Ramírez”. *El Minero Mexicano* VII, 31 (30 de septiembre de 1880), pp. 365 y 366.

⁴¹⁹ Aceves Pastrana, 1997, p. 125.

⁴²⁰ AHPM. 1867, 204, d. 6, f. 28.

⁴²¹ Ramos Lara, *loc. cit.*

⁴²² AHPM. 1880-I, 212, d.22 f. 1.

⁴²³ En 1881 y en 1885 se acreditaba a Urquiza como catedrático de Química y a del Castillo como profesor de Mineralogía. Del Castillo, fue nombrado sustituto de Hay, sin embargo al no regresar éste, se le concedió la titularidad de la cátedra de química a Manuel Urquiza en 1881. Aguilera menciona que del Castillo y Urquiza hicieron un acuerdo privado para que del Castillo siguiera en la cátedra de Química. Mata, Filomeno, ed. *Anuario Universal y Anuario Mexicano para 1885 y 1886*. México: Tipografía Literaria, sin fecha, p. 560; y Aguilera, J. G. (1896). “Antonio del Castillo”. *Bosquejo Geológico de México*. México: Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, p. 5.

química analítica.⁴²⁴ Desde el 1º de agosto de 1886, Ezequiel Pérez fue quien se hizo cargo de la cátedra⁴²⁵ y continuó el resto del siglo XIX y parte del XX.⁴²⁶



INGENIERO ANTONIO DEL CASTILLO
Figura 10. Antonio del Castillo (Aguilera, 1896)



PÉREZ, EZEQUIEL
(1854 - 1917)
Figura 11. Ezequiel Pérez (Moncada, et. al., 1999)

Los programas de la cátedra de “Química aplicada y análisis químico” para los años 1877, 1882, 1886, 1888, 1891, 1899 y 1902 se presentan en los cuadros 2.4 a 2.9.

Cuadro 2.4. Programa de la cátedra de Química aplicada y análisis químico de 1877

- 1.- Estudio y preparación de reactivos
 - 2.- Estudio práctico de las reacciones, principalmente las reacciones características
 - 3.- Estudio y práctica del soplete
 - 4.- Análisis espectral – Nociones generales
 - 5.- Análisis general por vía húmeda
 - 6.- Determinación de una sal – Práctica de los alumnos
 - 7.- Análisis cualitativo de mezclas de varias sales por los alumnos
 - 8.- Análisis cuantitativo de las sales – Práctica de los alumnos
 - 9.- Análisis cuantitativo de las aguas minerales – id. id.
- El autor que se sigue para estas materias es el Tratado de Química cualitativa y cuantitativa de Gerhardt y Chancel
- 10.- Ensayes por vía seca – Práctica de los alumnos
Autor consultado: Manual práctico de ensayar por vía seca por Franck de Preumont
 - 11.- Química aplicada – Curso oral del Profesor
 - A. Combustibles – Análisis de los carbones de piedra, turbas, petróleos, etc.
 - B. Salinas. – Beneficio de la sal común, sea de manantiales de agua salada o sea de los esteros de la Costa
 - C. Tequesquites. Beneficio de las sales de sosa
 - D. Salitreras – Beneficio del salitre – Su purificación para la fabricación de pólvora
 - E. Azufrales – Beneficio del azufre
 - F. Pólvora – Fabricación de la pólvora: sus aplicaciones a las minas: la pólvora algodón y la nitroglicerina
 - G. Ácido bórico – Su beneficio y aplicación en las artes

⁴²⁴ Aguilera, José G., *op. cit.*, pp. 4 y 5.

⁴²⁵ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y Reglamentos, 1892, caja 7, exp. 11, fo. 400.

⁴²⁶ Aceves Pastrana, *loc. cit.*, y Ramos Lara, *op. cit.*, p. 204.

H. Fábricas de vidrio
J. id de porcelana
L. Explotación del alumbre y su aplicación

Fuente: AHPM, 1877

Cuadro 2.5. Programa de la cátedra de Química aplicada y análisis químico de 1882

Curso de química mineral y de química aplicada

Análisis Cualitativo

Operaciones necesarias para disponer las sustancias al análisis cualitativo y utensilios que sirven para verificarlos; uso del soplete y del espectroscopio – como ensayos preliminares

Reactivos por vía húmeda

Disolventes

Acidos

Oxácidos

Hydrácidos

Sulfoácidos

Sales, Sales alcalinas, Sales alcalino.- Terrosase, Sales de los metales pesados

Materiales colorantes

Reactivos por via seca, Sustancias que sirven para desagregar y disolver los minerales, Reactivos para las pruebas al soplete

Accion de los reactivos sobre los cuerpos, formacion de 6 grupos de los oxidos metálicos y sus radicales segun su accion con los reactivos

Accion de los reactivos sobre los acidos minerales y sus radicales, Formacion de tres grupos segun su accion con los reactivos

Acidos orgánicos que entran en las prácticas de los análisis minerales y es indispensable conocer

Método sistemático de análisis cualitativo, Ensayes preliminares, Análisis de combinaciones sencillas, Análisis de combinaciones complejas, Básicas o acidas

Aplicaciones ó análisis particulares de silicatos, aguas minerales

Explicacion del procedimiento práctico, adiciones y observaciones

Análisis cuantitativo

Operaciones, Ynstrumentos y utensilios, Uso de las balanzas de precision, Operaciones preliminares para disponer las sustancias al análisis cuantitativo

Reactivos para los análisis en peso por via húmeda, Reactivos para los análisis en peso por via seca, Reactivos para los análisis con licores titulados

Formas y combinaciones de los cuerpos por grupos, Determinaciones del peso de las bases, Determinacion del peso de los acidos

Separacion de los cuerpos en el mismo órden de grupos anteriores

Cálculo de los análisis, Determinaciones de las fórmulas empíricas y de la racional

Aplicaciones, Análisis de las aguas naturales, dulces y de las aguas minerales

Análisis de productos industriales y de los minerales mas comunes de valor en el comercio

Alcalimetría

Determiación de los alcalis libres ó carbonatados

Acidimetría

Determinación de los ácidos libres

Clorometría

Análisis de la sal marina

Id id id polvora de Tirol

Id id de los silicatos

Id id las arcillas

Id id id calizas dolomias y margas

Id id los minerales de fierro

Id id id id id cobre

Id id id id id nitrato

Id id id id id plomo

Id id id id id Zink

Id id id id id plata

Id del hierro colado, aceros y fierro

Docimásia

Parte general

Clase de cuerpos ó productos que se someten á los análisis docimásticos, Minerales, fundentes, mates, speis, ligas, escorias. (Determinacion de la fórmula de una escoria, silificacion de una escoria.) Escombros de hornos, cenizas, cadmias, combustibles, gases de combustion y gases de operaciones metalúrgicas

Balanzas de precision para ensayos docimásticos de plata, para los de oro, su sensibilidad, su exactitud Pess de ensaye, sin reconocimientos, Aparatos y utensilios para los ensayos por via seca. Morteros, tamizes ó cedazos, tenazas diversas, Martillos, Yunques, Palloneras, Tijeras, Piedras de toque, etc.

Hornos. Hornos de Mufla. Hornos de tiro, Hornos de fuelles ó fraguas, Hornos de destilacion, Horno de Welch, Horno de Sefströn

Vasijas de todas clases para los ensayos por via seca: Vasijas de arcilla, pruebas de la mejor para confeccionarlos, Escorificatorios, Futes, Crisoles, bascados, Vasijas de fierro, Cápsulas, Retortas Vasijas de hueso, Copelas, Vasijas de carbon, Copelace de cok ó carbon comun

Reactivos. Fundentes reductores, id oxidantes, Fundentes-disolventes, Id precipitantes, Fundentes concentradores, Id volatilizadores, Ensayes de la pureza de los reactivos y preparacion de los fundentes Ensayes de la pureza de los metales empleados en los ensayos y su preparacion al estado de pureza

Trabajos mecanicos del Ensayador. Forma del ensaye de las muestras de minerales por ensayar ó de los montones ó cargas cuya ley se ha de determinar. Determinación de su humedad, Forma de ensayos de platas ú oro en pasta; ó de ligas de diversos metales

Trabajos químicos por la vía seca del Ensayador: Calcinacion, Reververacion, Fusion, Sublimacion, Destilacion, Formacion de revolturas de fusion

Trabajos químicos por la vía húmeda del Ensayador: Disolucion, Desagregacion, etc.

Parte especial

Combustibles. Determinacion de la cantidad de cenizas, de humedad; Contenido de carbon; Determinacion de los efectos caloríficos ó poder calorifico

Ensaye especial de las hullas, Materias volátiles, cantidad de gas que producen, Determinaciones del azufre, del fosforo

Análisis de los gases combustibles, Métodos de Winkler, de Orsat, Métodos por combustion

Determinacion del efecto calorifico de los gases

Minerales de Fierro. Ensayes por la via seca, práctica y teoría, Método alemán, Método inglés

Métodos volumétricos. Análisis por oxidación, Cuanteo por medio del camaleon mineral, según Margaritte, Cuanteo por medio del bicromato de potasa, segun Penny, Análisis por reduccion, Cuanteo por medio del Yodo y del Hyposulfito de sosa segun Mohr. Cuanteo titulando directamente el Hyposulfito de sosa, segun Oudemans

Ensayes del fierro metálico. Cuanteo de la grafita, del carbono total. Cuanteo del carbono quimicamente combinado. Cuanteos de la silisa, del azufre, del fósforo, del manganeso, del cobre, del arsénico y del azoe

Minerales de cobre. Ensayes por la via seca. Método alemán. Método ingles. Métodos de ensayos diversos para las escorias y las ligas

Ensayes por la via húmeda. Métodos ponderables. Cuanteo electrolítico, segun Luckon

Métodos volumétricos. Análisis por precipitacion. Cuanteo del cobre por el sulfuro de sodio, segun Pelouze.

Análisis por reduccion. Cuanteo del cobre por medio del protocloruro de Estaño, segun Weyle. Cuanteo del cobre por medio del Cyanuro de potasio, segun Parkese

Ensayes del cobre metálico. Cuanteos del arsénico del azufre, del carbono, del fósforo, Cuanteo del protoxido de cobre, segun Hampe

Minerales de Plata. Ensayes de los minerales de plata por via seca. Ensayes por escorificacion y copulacion.

Ensayes al crisol. Cuanteo de la plata en las escorias, los productos oxidados y las ligas

Ensaye de las monedas. Ensaye hydrostatico, segun Karmasch. Ley de las monedas y vajillas

Ensayes de plata por via húmeda. Análisis por precipitación. Precipitacion de la plata por medio de una solucion de la sal marina, segun Gay-Lussac. Cuanteo de la plata por medio de una solucion de sulfocyanuro de amoniaco según Vollhard. Cuanteo de la plata las galenas por el método de Vollhard modificado por Balling. Método de Pisani. Ensayes de la plata metálica. Cuanteo del cobre en las monedas. Distincion de la plata verdadera de la de las ligas parecidas á la plata. Composicion de las ligas de valor

Minerales de oro. Ensayes del oro por via seca. Via seca y via húmeda combinadas. Determinacion de la ley de oro y plata de una liga en un mismo ejemplar segun Lindmann. Ensayes por la via húmeda. Método de cloruracion por Platner. Ynvestigacion de los vestigios de oro según Siley

Ensayes del oro metálico. Cuanteo del oro, de la plata y del cobre. Distincion del oro, de la plata y del cobre. Distincion del oro verdadero del de las ligas que se parecen al oro

Minerales de Plomo. Ensayes por la via seca. Ensayes por precipitación. Ensaye con fundente negro y fierro. Ensayes por reduccion en crisoles de fierro (método Belga). Ensayes en capsulas de fierro sin fundentes. Ensayes con el cianuro de potasio y prusiato de potasa, segun Levol. Ensayes por plomo de las escorias. Ensayes de los minerales oxidados y de los productos de las fundiciones. Causas de error y de los ensayes de plomo

Ensayes por via húmeda. Análisis ponderable segun el método de Storer modificado por Mascazzin y Mohr

Cuanteo volumétrico del plomo por precipitación con el sulfato de potasio

Ensayes del plomo metálico. Cuanteo de la plata, del antimonio del bismuto

Minerales de Zink. Ensayes por via seca. Ensayes por destilacion

Ensayes por via húmeda. Métodos volumétricos. Análisis por precipitacion. Cuanteo del zink por el sulfuro de sodio segun Schaffner. Cuanteo por medio del Ferrocyanuro de potasio, método de Galetti modificado por Fahlberg

Cuanteo del zink por análisis ponderable, Método de Hampe

Ensayes de zink metálico. Cuanteo del fierro

Minerales de Platino. Ensayes por la via seca. Ley de platino. Ensaye de las ligas segun Chaudet

Ensayes de platino por via húmeda. Ley de los minerales por el método de Schneider. Ley de platino en las monedas del mismo metal. Cuanteo del platino en las ligas con oro, plata y paladio, segun Wittstein

Minerales de Mercurio. Ensayes por via seca. Ensaye por destilacion. Modificaciones de este método por Berthler, Rose, Erdmanne y Marchand

Ensayes del mercurio por via húmeda

Métodos de Sehurer, Mohr, Hampe y Liebig. Cuanteo electrolítico

Minerales de Estaño. Ensayes del Estaño por via seca. Método alemán. Método inglés. Ensayes de las escorias de estaño. Cuanteo del estaño por medio del cianuro de potasio, segun Levol

Ensayes de Estaño por via húmeda. Métodos volumétricos. Cuanteo del estaño en solucion alcalina segun Lensen

Ensaye del estaño metálico. Cuanteo del antimonio del arsénico, segun Gay-Lussac y segun Yohl

Ensayes de las monedas de laton por el método de E. Busse

Ensaye de los minerales de Nikelo. Ensayes del Nikelo por via seca

Ensayes por la via húmeda. Métodos volumétricos. Cuanteo del Nikelo y del Cobre por medio del sulfuro de sodio segun Früntzl. Cuanteo del Nikelo y del cobalto en los minerales, los mates y los speiss por método ponderable de Fresenius

Cuanteo del Cobalto y del Nikelo en presencia del Zink. Cuanteo del Nikelo en las pyritas y los mates, segun S. Chenay y S. Richard

Ensaye del Nikelo metálico. Cuanteo del carbono. Ensayes de las monedas de Nikelo, segun Busse. Cuanteo electrolítico en la liga nillechart

Minerales de Cobalto. Ensayes por via seca. Ensayes por esmaltes. Ensayes del poder colorante y pureza del matiz. Ensaye del safre

Ensayes del Cobalto por la via húmeda. Métodos volumétricos. Precipitacion del Cobalto por medio del camaleon mineral segun Winker. Preparacion del Cobalto metálico puro. Método ponderable. Cuanteo del Cobalto por electrolyzacion

Minerales de Bismuto. Ensayes de Bismuto por via seca. Ensayes por licuacion, ensaye en tutes. Ensaye con el cianuro de potasio, segun Rose

Ensayes del Bismuto por via húmeda. Cuanteo del Bismuto

Minerales de Antimonio. Ensayes de Antimonio por via seca. Ensaye por licuacion, para el sulfuro de antimonio. Ensaye por régulo de antimonio, método por precipitación. Ensayes del Antimonio por medio del prusiato y del cianuro de potasio, segun Levol

Ensayes de Antimonio por via húmeda. Métodos volumétricos. Cuanteo del antimonio con la disolucion décima de Yodo segun F. Mohr. Cuanteo del antimonio segun el método ponderable de Becher

Ensayes de Antimonio metálico. Cuanteo del Arsénico. Cuanteo del Sulfuro de Arsénico en el sulfuro de Antimonio del comercio segun Chenroder

Minerales de Manganeseo. Ensayes de Manganeseo. Métodos volumétricos. Cuanteo del Manganeseo en los minerales de fierro segun F. Mohr. Cuanteo del Manganeseo por medio del Camaleon mineral, segun Winker. Cuanteo del peroxydo útil en los minerales de manganeseo segun los métodos de Will-Fresenius, modificado por F. Mohr. Determinacion de la humedad de los minerales de Manganeseo

Minerales de Azufre. Ensayes de azufre por vía seca. Determinación y producido en mate de un mineral. Ensaye por mate. Determinación de la cantidad de mate retenido por una escoria. Determinación de la cantidad de azufre que se puede extraer de las tierras sulfurosas y de las pirritas. Ensaye por azufre. Ensaye de azufre por vía húmeda. Métodos ponderables

Se dan explicaciones sobre los métodos prácticos seguidos en el país para diversos metales

Química aplicada

A. Salinas en las costas. Salinas en el interior de los Estados de la República. Beneficio de la sal

B. Tequesquiteras. Beneficio de las sales de sosa

C. Salitreras Beneficio del salitre. Su purificación para la fabricación de la pólvora

D. Alumbres. Su explotación y beneficio

E. Caolines ó tierras de porcelana. Arcillas refractarias. Beneficio y purificación

Lecciones orales intercaladas al tratar de las sustancias dichas

Fuente: AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, 1882

Cuadro 2.6. Programa de la cátedra de Química aplicada y análisis químico de 1886

Análisis cualitativo

Operaciones necesarias para disponer las sustancias al análisis cualitativo y utensilios que sirven para verificarlo. Uso del soplete y del espectroscopio en los ensayos preliminares.

Reactivos por vía húmeda

Disolventes

Ácidos

Oxácidos

Hidrácidos

Sulfo-ácidos

Sales. – Sales alcalinas.- Sales alcalino-terrosas.- Sales de los metales pesados.- Materias colorantes.

Reactivos por vía seca.- Sustancias que sirven para desagregar y disolver los minerales.

Reactivos para las pruebas al soplete.

Acción de los reactivos sobre los cuerpos.

Formación de los seis grupos de los óxidos metálicos y sus radicales, según su acción con los reactivos.

Acción de los reactivos sobre los ácidos minerales y sus radicales. Formación de tres grupos según su acción con los reactivos.

Ácidos orgánicos que entran en la práctica de los análisis minerales, y es indispensable conocer.

Método sistemático de análisis cualitativo.- Ensayes preliminares.- Análisis de combinaciones sencillas.-

Análisis de combinaciones complejas básicas ó ácidas.

Aplicaciones ó análisis particulares de silicatos.- Aguas minerales.

Análisis cuantitativo

Operaciones .- Instrumentos y utensilios.- Uso de la balanza de precisión.- Operaciones preliminares para disponer las sustancias al análisis cuantitativo

Reactivos para los análisis en peso por vía húmeda.

Reactivos para los análisis en peso por vía seca.

Reactivos para los análisis con licores titulados.

Formas y combinaciones de los cuerpos bajo las cuales se les separa y pesa según su división en grupos.

Formas ó combinaciones bajo las cuales se separan y pesan las bases

(idem) los ácidos

Determinación del peso de los cuerpos

Determinación del peso de las bases en los compuestos en que no entra más que una base y un ácido, ó un metal y un metaloide.

Determinación del peso de los ácidos y su separación con las bases en los compuestos en que no entran más que un ácido y una base, ó un metal y un metaloide.

Separación de los cuerpos

Separación de las bases entre sí

(idem) ácidos

Cálculo de los análisis.- Determinación de las fórmulas empírica y racional

Aplicaciones.- Análisis de las aguas naturales, dulces, y de las aguas minerales

Análisis de los minerales más comunes y productos metalúrgicos

Análisis volumétrico por precipitación

Cobre.- Cuanteo por el sulfuro de sodio según Pelouze
 Plata.- Cuanteo por la sal marina
 Plomo.- Cuanteo por el sulfuro de potasa
 Zinc.- Cuanteo por el sulfuro de sodio según Schaffman
 Oxidimetría
 Fierro.- Cuanteo por el camaleón mineral según Margueritte.- Cuanteo por el yodo y el hiposulfito de sosa.-
 Cuanteo por el bicromato de potasa según Peny.- Cuanteo según Oudemans.- Cuanteo por el protocloruro de estaño.
 Antimonio.- Cuanteo por la disolución del yodo
 Acidimetría
 Determinación de los ácidos libres
 Alcalimetría
 Determinación de los álcalis libres ó carbonatados
 Clorimetría
 Análisis de la sal marina
 Análisis diversos
 Análisis de los silicatos.- Análisis de las arcillas.- Análisis de las calizas, dolomías y margas.- Análisis de los minerales de fierro.- (idem) cobre.- (i) níquel.- (i) plomo.- (i) zinc.- (i) plata.- Análisis del hierro colado, acero y fierro.
 El curso dura los seis primeros meses del año; las lecciones son diarias de á dos horas, dándose 150 durante ellos. Se han adoptado para obras de texto, los tratados de análisis químico, cualitativo y cuantitativo de R. Fresenius, excluyendo la parte de análisis orgánico en ambos.
 Curso de docimasia
 Parte general.
 Clase de cuerpos ó productos que se someten á los análisis docimásticos.- Minerales, fundentes, mates, speis, ligas, escorias (determinación de la fórmula de una escoria, silificación de una escoria), escombros de hornos, cendradas, cadmias, combustibles, gases de combustión y gases de operaciones metalúrgicas.
 Balanzas de precisión para los ensayos docimásticos de plata y para los de oro. Su sensibilidad, su exactitud.
 Pesas de ensaye, su reconocimiento.
 Aparatos y utensilios para los ensayos por vía seca
 Morteros. Tamices o cedazos. Tenazas diversas. Martillos. Yunques. Payoneras. Tijeras. Piedras de toque, etc.
 Hornos.- Hornos de mufla. Hornos de tiro. Hornos de fuelle ó fraguas. Hornos de destilación. Horno de Welch. Hornos de Sefstron.
 Vasijas de todas clases para los ensayos por vía seca.- Vasijas de arcilla; pruebas de la mejor para confeccionarlas. Esorificatorios. Tutes. Crisoles brascados. Vasijas de fierro. Cápsulas. Retortas. Vasijas de hueso. Copelas. Vasijas de carbon. Copelas de cok ó de carbón comun.
 Reactivos.- Fundentes reductores.- Fundentes oxidantes.- Fundentes disolventes.- Fundentes precipitantes.- Fundentes concentrantes.- Fundentes volatilizadores. Ensaye de la pureza de los metales empleados en los ensayos y su preparación al estado de pureza.
 Trabajos mecánicos del ensayador.- Toma del ensaye de las muestras de minerales por ensayar ó de los montones ó cargas cuya ley se ha de determinar. Determinación de su humedad.- Toma de ensayos de plata ú oro en pasta, de ligas de diversos metales.
 Trabajos químicos por la vía seca del ensayador.- Calcinación.- Reverberación.- Fusión.- Sublimación.- Destilación.- Formación de revolturas de fusión.
 Parte especial
 Combustibles.- Determinación de la cantidad de cenizas, de humedad, y contenido de carbon.- Determinación de los efectos caloríficos ó del poder calorífico.
 Minerales de fierro
 Ensayes por la vía seca: práctica y teoría. Método aleman. Método inglés.
 Ensayes del fierro metálico.- Cuanteo de la grafita, del carbón total.- Cuanteo del carbon químicamente combinado.- Cuanteo de la siliza, del azufre, del fósforo, del manganeso, del cobre, del arsénico y del ázoe.
 Minerales de cobre
 Ensayes por la vía seca.- Método aleman.- Método inglés.- Métodos de ensaye diversos para las escorias y las ligas.

Ensayes del cobre metálico.- Cuanteo del arsénico, del azufre, del carbón y del fósforo.- Cuanteo del protóxido de cobre según Hampe.

Minerales de plata
 Ensaye de los minerales de plata por vía seca.- Ensayes por escorificador y copela.- Ensayes al crisol.- Cuanteo de la plata en las escorias, los productos oxidados y las ligas. Ensaye de las monedas.- Ley de las monedas y vajillas.

Minerales de oro
 Ensayes del oro por vía seca.- Vía seca y vía húmeda combinadas.- Ensayes por la vía húmeda.- Método de cloruración por Plattner.- Investigación de los vestigios de oro según Skey.

Ensayes del oro metálico.- Cuanteo del oro, de la plata y del cobre.- Distinción del oro verdadero, de las ligas que se parecen á él.

Minerales de plomo
 Ensayes por la vía seca.- Ensayes por precipitación.- Ensayes con fundente negro y fierro.- Ensayes por reducción en crisoles de fierro (método belga).- Ensayes con el cianuro de potasio y prusiato de potasa, según Levöl.- Ensayes por plomo de las escorias.- Ensaye de los minerales oxidados y de los productos de las fundiciones.- Causas de error en los ensayos de plomo.

Ensayes del plomo metálico.- Cuanteo de la plata, del antimonio y del bismuto.

Minerales de zinc
 Ensayes por vía seca.- Ensayes por destilación.

Ensaye del zinc metálico.- Cuanteo del fierro.

Minerales de platino
 Ensayes por la vía seca.- Ley del platino.- Ensaye de las ligas, según Chaudet

Minerales de mercurio
 Ensaye por vía seca.- Ensaye por destilación.

Minerales de estaño
 Ensayes del estaño por vía seca.- Método alemán.- Método inglés.- Ensaye de las escorias del estaño.

Minerales de antimonio
 Ensayes del antimonio por vía seca.- Ensayes del sulfuro de antimonio por licuación

Minerales de azufre
 Ensayes de azufre por vía seca.- Determinación del producto en mate, de un mineral.
 Ensaye por mate.- Determinación de la cantidad de mate retenido por una escoria .- Determinación de la cantidad de azufre que se puede extraer de las tierras sulfuradas y de las piritas. Ensaye por azufre.
 Sirve de texto, en los que se refiere a la vía seca, el “Arte del ensayador” por Balling, y se dan explicaciones sobre los métodos prácticos seguidos en el país para diversos metales.
 Se da el curso en dos meses, en 55 lecciones diarias, de á dos horas, y á veces de todo el tiempo necesario para la conclusión de las operaciones.
 Lecciones orales intercaladas, al tratar de las sustancias dichas, durante el curso

Fuente: Programas de los cursos de las Escuelas de Ingenieros y Agricultura para el año escolar de 1886

Cuadro 2.7. Programa de la cátedra de Química aplicada y análisis químico de 1888

Análisis cualitativa
 Operaciones necesarias para disponer las sustancias al análisis cualitativa y utensilios que sirven para verificarla: Uso del soplete y del espectroscopio en los ensayos preliminares

Reactivos para la vía húmeda
 Disolventes simples
 Ácidos y halógenos
 Bases y metales
 Sales
 Materias colorantes y sustancias vegetales indiferentes

Reactivos para la vía seca
 Sustancias empleadas para la desagregación y la descomposición
 Acción de los reactivos sobre los cuerpos:
 Acción de los reactivos sobre los óxidos metálicos y sus radicales. Clasificación de dichos óxidos en seis grupos
 Acción de los reactivos sobre los ácidos y sus radicales, clasificación de los ácidos anorgánicos en tres grupos. Clasificación de los ácidos orgánicos mas comunes en tres grupos

Marcha sistemática del Análisis cualitativa

Procedimientos prácticos. Marcha general que debe seguirse

Procedimientos particulares aplicados al Análisis de los compuestos del cianogeno, de los silicatos, y de las aguas naturales

Explicación del procedimiento práctico

Adiciones y notas relativas a dicho procedimiento

Ejercicios graduados de análisis cualitativa

Análisis cuantitativa**Operaciones**

Aparatos y utensilios necesarios para indagaciones cuantitativas

Preparaciones preliminares que se hacen sufrir a los cuerpos para someterlos al análisis

Operaciones que generalmente se presentan en el análisis cuantitativa

Reactivos

Reactivos para los análisis en peso por la via humeda

Reactivos para los análisis en peso por la via seca

Reactivos para los análisis en peso por licores titulados

Formas y combinaciones bajo las cuales se separan los cuerpos y formas bajo las cuales se separan

Determinación del peso de los cuerpos:

Determinación del peso de las bases en los compuestos en que no entran mas que una base y un ácido, o un metal y un metaloide

Determinación del peso de los ácidos y su separación con las bases, en los compuestos en que no entran mas que un ácido y una base o un metaloide y un metal

Separación de los cuerpos

Separación de las bases entre sí

Separación de los ácidos entre sí

Cuanteos volumétricos**Por precipitación**

Cuanteo del cobre por el sulfuro de sodium segun Pelauze

Cuanteo del Zinc por el sulfuro de sodium segun Schaffman

Cuanteo de la plata por la sal marina

Cuanteo del plomo por el sulfato de potasa

Oxidimetría

Cuanteo del fierro por el camaleon mineral según Margueritte

Cuanteo del iodo y el hiposulfito de sosa

Cuanteo del bicromato de potasa segun Peny

Cuanteo del bicromato de potasa segun Ondeman

Cuanteo por el protocloruro de estaño

Cuanteo del antimonio por la disolución de yodo

Acidimetría. Alcalimetría. Clorimetría**Cuanteo electrolítico del cobre y del Niquel****Cálculo de los análisis**

Ejercicios de análisis cuantitativa graduados convenientemente, y escojidos entre los que trae el texto

Docimasia**Parte general**

Clase de cuerpos o productos que se someten a los ensayos dosimásticos

Balanzas y pesas de Ensaye

Instrumentos, aparatos y utensilios para los ensayos por via seca

Morteros, tamises, tenazas diversas y martillos. Yunques. Payoneras. Fijeras. Piedra de toque etc.

Hornos

Vasijas de todas clases para los ensayos por via seca

Reactivos para los ensayos por via seca

Trabajos mecánicos y químicos del Ensayador

Parte especial

Combustibles determinación de la cantidad de cenizas, de humedad y contenido de carbon. Determinación del Poder calorífico

Minerales de Fierro. Ensayes por la via seca teoría y práctica de los métodos Aleman e Inglés

Minerales de cobre. Ensayes por vía seca. Método Aleman. Método Inglés
Métodos de ensaye diversos para las escorias y ligas
Minerales de la Plata. Ensayes por vía seca. Método de escorificación, concentración y fundición. Teoría y práctica de la copelación. Ensaye de las monedas y vajillas
Minerales de oro. Ensaye de este metal por los mismos métodos que para los minerales de plata.
Investigación de los vestigios de oro segun Skey
Minerales de Plomo. Teoría y práctica de los diferentes métodos que hay para ensayar por vía seca estos minerales
Minerales de Zinc. Ensayes por vía seca, ensayes por destilación
Minerales de Platino. Ensayes por vía seca segun el método descrito por Balling
Minerales de Mercurio. Ensayes por vía seca, ensayes por destilación

AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, 1888

Cuadro 2.8. Programa de la cátedra de Química aplicada y análisis químico de 1891

Análisis cualitativa
Introducción al análisis cualitativa
Operaciones químicas para aislar y obtener una sustancia
Aparatos y utensilios. Uso del soplete y del espectroscopio en las investigaciones preliminares
Reactivos para la vía húmeda
Disolventes simples
Ácidos halógenos
Bases y metales
Materias colorantes, etc.
Reactivos para la vía seca
Sustancias empleadas para la desagregación y la descomposición
Reactivos para el soplete
Acción de los reactivos sobre los cuerpos
Acción de los reactivos sobre los óxidos metálicos y sus radicales; y su subdivisión en seis grupos
Acción de los reactivos sobre los ácidos y sus radicales. Subdivisión de los ácidos anorgánicos en tres grupos.
Subdivisión de los ácidos orgánicos más comunes en tres grupos
Marcha sistemática del análisis cualitativo
Procedimiento práctico, marcha general que debe seguir, procedimientos particulares aplicados al análisis de los compuestos del cianógeno, de los silicatos y de las aguas naturales
Explicación del procedimientos práctico y notas relativas a él
Ejercicios graduados de análisis cualitativo y manera de registrar los resultados obtenidos
Análisis cuantitativo
Operaciones que se refieren especialmente al análisis cualitativo (sic)
Preparaciones preliminares que se ejecutan sobre los cuerpos a fin de darles el estado conveniente para hacer su análisis
Operaciones que generalmente hay que hacer en los análisis cualitativos
Reactivos
Reactivos para los análisis en peso por vía seca
Combinaciones o compuestos que sirven para separar y determinar el peso de las bases y óxidos metálicos, subdividiéndolos en seis grupos
Combinaciones o compuestos que sirven para determinar el peso de los ácidos anorgánicos, subdividiéndolos en tres grupos
Determinación del peso de los cuerpos
Determinación del peso de las bases en los compuestos que no contienen más que un ácido y una base o un metal y un metaloide
Separación de los cuerpos
Separación de las bases entre sí
Separación de los ácidos entre sí
Ensayes volumétricos
Por precipitación
Del cobre según el método de Pelouze
Del zinc según el método de Schaffer

De la plata según el método de Gay-Lussac
 Del plomo según el método de Mohr
 Del sulfúrico según el método de Wildenstein
 Oxidometría
 Ensaye del fierro. Método de Margueritte
 _____ Braun
 _____ Peuny
 _____ Oudenaus
 _____ Fresenius
 _____ del antimonio _____ Mohr
 _____ del arsénico _____ Mohr

Alcalimetría

Acidimetría

Clorometría

Ensayes electrolíticos del cobre y del níquel

Método de Luckav y de Herpin

Cálculo de los análisis

Ejercicios de análisis cualitativos graduados convenientemente y escogidos entre los que trae el texto (se refiere a un texto de R. Fresenius)

Docimasia

Parte general

Introducción. Compuestos que se someten al ensaye docimástico

Instrumentos, aparatos y utensilios para los ensayes

Reactivos especiales empleados en docimasia

Trabajos mecánicos del ensayador

Trabajos químicos del ensayador

Parte especial

Ensaye de los combustibles. Determinación de la cantidad de cenizas, humedad, poder calorífico, contenido de carbón, rendimiento en coke

Ensayes de fierro por vía seca, métodos alemán e inglés

Ensayes de cobre, métodos alemán e inglés

Ensayes de plata por escorificación, concentración y fundición en mineral y escorias

Teoría y práctica de la copelación

Ensaye de las monedas y vajillas

Ensayes de oro

Ensayes de plomo

Ensayes de zinc por destilación

Fuente: Programa de los Cursos para el año escolar de 1891 de las Escuelas dependientes de la Secretaría de Fomento

Cuadro 2.9. Programa de la cátedra de Química aplicada y análisis químico de 1901

Análisis cualitativa

Introducción al análisis cualitativa. Operaciones químicas para aislar y obtener una substancia. Aparatos y utensilios. Uso del soplete y del espectroscopio en las investigaciones preliminares

Reactivos para la vía húmeda. Disolventes simples. Acidos y halógenos. Bases y metales. Sales. Materias colorantes, etc.

Reactivos. Substancias empleadas para la desagregación y descomposición. Reactivos para el soplete.

Acción de los reactivos sobre los cuerpos. Acción de los reactivos sobre los óxidos metálicos y sus radicales.-

Subdivisión de dichos óxidos en seis grupos. Acción de los reactivos sobre los ácidos y sus radicales.

Subdivisión de los ácidos anorgánicos más comunes en tres grupos. Subdivisión de los ácidos orgánicos más comunes en tres grupos

Marcha sistemática de la análisis cualitativa

Procedimientos prácticos, marcha general que se debe seguir. Procedimientos particulares aplicados al análisis de los compuestos del cianógeno, de los silicatos y de las aguas naturales.

Explicación del procedimiento práctico y notas relativas á él. Ejercicios graduados de análisis cualitativa y manera de registrar los resultados obtenidos

Análisis cuantitativa

Instrumentos utensilios que sirven para pesar los cuerpos sólidos y medir los líquidos y gases. Operaciones. Operaciones que generalmente hay que hacer en las análisis cuantitativas.

Reactivos. Reactivos para las análisis por pesadas y por vía húmeda. Disolventes simples. Acidos y halógenos. Bases y metales. Sales. Reactivos para las análisis en peso, por vía seca. Reactivos para las análisis por líquidos titulados. Combinaciones ó compuestos que sirven para separar y determinar el peso de las bases y óxidos metálicos, subdividiéndolos en seis grupos

Combinaciones ó compuestos que sirven para determinar el peso de los ácidos anorgánicos, subdividiéndolos en tres grupos

Determinación del peso de los cuerpos.- Determinación del peso de las bases en los compuestos que no contienen más que una base y un ácido ó un metal y un metaloide. Determinación del peso de los ácidos y su separación de las bases en los compuestos que no contienen más que un ácido ó un metal y un metaloide Separación de los cuerpos. Separación de las bases entre sí. Separación de los ácidos entre sí

Ensayes volumétricos por precipitación

Del cobre según el método de Pelouze.- Del zinc según el método de Schaffner.- De la plata según el método de Gay Lussac.- Del plomo según el método de Mohr.- del ácido sulfúrico según Wildenstein (2o procedimiento)

Oxidimetría

Ensaye del fierro método Margueritte.- Ensaye del fierro método Braun.- Ensaye del fierro método Gudenant.- Ensaye del fierro método de Fresenius.- Ensaye del antimonio método de Mohr

Alcalimetría.-Acidimetría

Clorometría

Ensayes electrolíticos del cobre, método de Luchow

Cálculo de los análisis

Ejercicios de análisis cuantitativa grabados convenientemente y escogidos entre los que trae el texto

Dosimacia

Parte general

Introducción.- Compuestos que se someten al ensaye dosimástico.- Instrumentos, aparatos y utensilios para los ensayes. Hornos, vasijas para los ensayes.- Reactivos especiales usados en Dosimacia.- Trabajo mecánicos del ensayador.- Trabajos químicos del ensayador

Parte especial

Ensaye de combustibles.- Determinación de la cantidad de cenizas, humedad, poder calórico, contenido de carbón, rendimiento en coke.

Ensayes de fierro por vía seca, método alemán e inglés.- Ensaye de platas por escorificación, concentración y fundición en minerales y escorias.- Teoría y práctica de la Copelación.- Ensayes de monedas y vajillas.-

Ensayes de oro.- Ensayes de plomo.- Ensayes de mercurio por destilación.

Fuente: Moles Batllewell, et al., 1991.

Por lo general, los profesores eran los encargados de presentar los temarios de sus cursos. El programa de “Química analítica y aplicada” de 1877, redactado por Guillermo Hay, incluye varios tipos de análisis químico como análisis al soplete, análisis espectral y análisis por la vía húmeda y por la vía seca. Los alumnos hacían análisis cuantitativo y cualitativo de sales individuales y de mezclas de éstas, así como de aguas minerales. El profesor Hay se basaba en el *Tratado de química cualitativa y cuantitativa* de Gerhardt y Chancel y en el *Manual práctico de ensayar por vía seca* de Franck de Preaumont. En la parte de química aplicada, se veían algunos productos químicos de aplicación industrial como

combustibles, salinas, tequesquites, salitreras, azufrales, pólvora, ácido bórico, vidrio, porcelana y alumbre.⁴²⁷

En 1882, el curso se dividía en tres partes: “análisis cualitativo y cuantitativo” que duraba ciento cincuenta lecciones impartidas diariamente en sesiones de dos horas, y donde se empleaba el texto de *Análisis cualitativo y cuantitativo* de Fresenius; “docimasia” que duraba cuatro meses y el *Arte del Ensayador* de Balling; y “química aplicada”. La parte de análisis químico incluía una gran diversidad de métodos y muy específicos para varios metales. En la parte de química aplicada se trataban los temas de salinas, tequesquiteras, salitreras, alumbres y caolines y porcelana.⁴²⁸ Para el año de 1886, ya se había suprimido la parte de química aplicada, quizá por la aparición del curso de “Química industrial” el cual era obligatorio para la carrera de Ingeniería industrial implementada desde 1883.⁴²⁹ Para el programa de 1888, el profesor Ezequiel Pérez aclaró que “Se da el curso en lecciones diarias de dos horas, o de todo el tiempo necesario para la conclusión de las operaciones y durante los dos últimos meses del año escolar.”⁴³⁰ En 1891, aseveró que “Las dos primeras partes del curso, análisis cualitativo y análisis cuantitativo se darán en los primeros seis meses del año escolar, en lecciones diarias de dos horas...” y que “...la última parte, Docimasia, se dará en los últimos meses del año escolar, en lecciones diarias de dos horas ó de todo el tiempo necesario para la conclusión de las operaciones,...” El curso se impartiría en ciento noventa lecciones en total.⁴³¹

⁴²⁷ AHPM. 1877, 206, d.2, f. 1

⁴²⁸ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, 1882, caja 19, exp. 5, fo. 32-38

⁴²⁹ *Programas de los cursos de las Escuelas de Ingenieros y Agricultura para el año escolar de 1886.* (1886). México: Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, pp. 9-13.

⁴³⁰ AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Cursos, 1888, caja 19, exp. 12, fo. 302

⁴³¹ *Programa de los Cursos para el año escolar de 1891 de las Escuelas dependientes de la Secretaría de Fomento.* (1891). México: Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, pp. 51 y 52. AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y Reglamentos, 1892, caja 7, exp. 10, fo. 179

Los programas de la cátedra de “Química aplicada y análisis químico”, permiten observar que a partir de 1868 el curso de química era eminentemente práctico y que, al menos desde 1877, ya se incluía el estudio de aplicaciones de la química a industrias diferentes a la minero-metalúrgica.

Para la parte práctica, el profesor titular del curso de química contaba con el auxilio del Preparador de química. Las actividades del preparador eran indispensables dentro del laboratorio de química, pues así se observa en el siguiente extracto del reglamento de la Escuela Nacional de Ingenieros de 1892, artículo 21-II:

Hacer antes de las horas de clase las preparaciones para los experimentos y las purificaciones de reactivos que se necesitan en los cursos respectivos; poner las etiquetas según las clasificaciones que los profesores designan, ayudando además en horas extraordinarias en los trabajos de análisis química, de ensayos docimásticos, observaciones, experiencias, clasificación y ordenación de colecciones y auxiliar al Director y á los profesores en todos los ejercicios de la enseñanza.⁴³²

En un proyecto de reglamento de 1903 se propone que para acceder al puesto de preparador de la Escuela de Ingenieros se requiera ser mayor de edad, de buena conducta y tener título profesional de alguna de las carreras que se siguen en la Escuela.⁴³³

De la primera persona de quien tenemos noticia que desempeñó el puesto de Preparador de química, es Miguel Velázquez de León, quien en 1853 auxilió a Manuel Herrera.⁴³⁴ La lista de alumnos que se desempeñaron como preparadores o ayudantes se presenta a continuación⁴³⁵:

⁴³² “Reglamento de la Escuela Nacional de Yngenieros. Corregido.” 1892 (mecanoescrito). AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, 1892, caja 7, exp. 10, fo. 280.

⁴³³ *Proyecto de Reglamento para la Escuela Nacional de Ingenieros.* (1903). México. Impreso por Francisco Díaz de León, p. 12.

⁴³⁴ AGN. Justicia e Instrucción Pública, 1853, vol. 39, f. 234.

⁴³⁵ Durante el año de 1868, José María César aparte de ser el profesor titular del curso de química, se desempeñó también como preparador de química. AHPM.1868, 204, d.8, fs. 8, 12, 17, 23 y 29.

Cuadro 2.10. Alumnos que se desempeñaron como preparadores o mozos de química

Alumno	Profesor a quien auxilió	Año
Miguel Velázquez de León	Manuel Herrera	1853
Patricio Murphy	Manuel Herrera	1854
Francisco del Villar y Marticorena	Patricio Murphy	1863, 1864
Francisco Payno	Francisco del Villar	1866
José Guadalupe Aguilera ^a	Guillermo Hay	1878
Baltazar Muñoz	Guillermo Hay	1877, 1879
Fernando Ferrari	Guillermo Hay	1879
Ezequiel Pérez	Antonio del Castillo	1885
Jose G. Palacios	Fernando Sáyago	1889
Norberto Domínguez	Ezequiel Pérez	1889
Miguel Alvarado		
Jesús Trejo ^b	Fernando Sáyago	1890
Miguel Alvarado	Ezequiel Pérez	1890
Pedro Vega ^b	Eduardo Martínez Baca	1899

(a) Especialista en análisis químicos⁴³⁶ (b) Mozo de química

Fuentes: AHPM; y Ramírez, 1890.

Algunos preparadores después se desempeñaron como profesores de química.

Por otro lado, en 1886, se informaba que el gabinete de análisis químico adquirió los aparatos y utensilios necesarios para los análisis hidrométricos y además diversas sustancias y utensilios para análisis de minerales.⁴³⁷ Un informe de Ezequiel Pérez hecho en 1892, comunica detalladamente las actividades que se realizaron en el laboratorio de análisis químico del 1º de agosto de 1886 a octubre de 1892. Algunas partes del informe son las siguientes:

Tengo la honra de poner en conocimiento de Ud., que el señor director de la Escuela N. de Ingenieros, se ha servido pedirme algunos informes que se relacionan con la clase que és á mi cargo en dicha Escuela, y como de más de seis años á la fecha, no se había observado procedimiento igual, y supongo que al presente, se tratará de regularizar alguna de las partidas del Presupuesto;...

He recibido el oficio de esa Direccion fecha 3 del pasado, en que dispone rinda á la misma, una noticia de todos los trabajos de análisis que se hayan practicado en el Laboratorio de la clase de Química

⁴³⁶ Flores T. (1954). "In memoriam. José Guadalupe Aguilera". *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 17, 2, p. 11.

⁴³⁷ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y Reglamentos, 1886, caja 7, exp. 7 fo. 81-82.

analítica y en el Departamento de Docimasia, con la especificación de aquellos por los cuales se percibieron honorarios, de los que se hicieron por disposición del Gobierno, é incluyendo los ensayos de minerales de toda especie y los industriales de carbon, etc...

...como la vía seca no se emplea para hacer análisis por lo limitado de sus medios, para cumplir con lo que esa Dirección dispone, me parece conveniente para la claridad subdividir el asunto del oficio mencionado en las cuatro partes siguientes, cuya contestación pongo en seguida.

Ia. Trabajos practicados, con ayuda y dirección inmediatas del Profesor, en el Laboratorio y en Docimasia, para la enseñanza de los alumnos que cursan análisis Química.

Cada alumno hace en las condiciones anteriores:

El reconocimiento químico de la pureza de	66 reactivos
Las reacciones de	25 óxidos metálicos
Las reacciones de	42 ácidos
El análisis cualitativa de	5 sales
El análisis cualitativa de	10 minerales bastante complejos
La determinación cuantitativa por término medio de	35 cuerpos (óxidos y ácidos)
La determinación de la ley de plata de	10 minerales
La determinación de la ley de plata y oro de	5 minerales
La determinación de la ley de cobre	3 minerales
La determinación de la ley de mercurio	2 minerales
La determinación de la ley de plomo	4 minerales
La determinación de la ley de fierro	3 minerales
El ensaye industrial de	2 carbones
El análisis cualitativas y cuantitativa de un mineral para su examen	1

Total de trabajos por alumno, próximamente 213. Del 1º de agosto de 1886 á octubre de 1892, 52 alumnos de la Escuela de Ingenieros, han ejecutado con mi ayuda y dirección inmediatas la cantidad de 11452 trabajos.

El punto IIa, correspondía a aquellos trabajos realizados por el profesor Ezequiel Pérez, los preparadores y los mozos, a particulares, aunque en realidad solamente se mencionan trabajos realizados a Antonio del Castillo. De 1886 a 1891 se realizaron 403 análisis químicos de esta especie. Pérez dice que a partir de noviembre de 1891, por acuerdo del Supremo Magistrado de la Nación, estos empleados de la Escuela de Ingenieros tuvieron que dejar de ejecutar estos trabajos. A partir de entonces y durante el año de 1892, los encargados de los trabajos para Antonio del Castillo fueron Alberto Capilla, Juan de Dios Villarello y Ramón F. Buelna, aunque el mozo de la escuela Jesús Trejo, también colaboró en algunos de estos análisis.

En cuanto al tercer grupo de análisis químicos Ezequiel Pérez informa lo siguiente:

IIIa. Trabajos ejecutados por disposición del Supremo Gobierno de interés público, y cuyos gastos se hacen de la dotacion asignada por el Presupuesto á las clases de análisis Química y Docimasia.

En cuanto á esta clase de trabajos, me seria muy satisfactorio dar á esa Dirección, una noticia completa y detallada de ellos, pero desgraciadamente no conservo nota de dichos trabajos, por que todos ellos constan en los informes que he rendido á la superioridad á su debido tiempo, informes que se pueden consultar en las secretarias de Estado respectivas. Por estos trabajos extra ordinarios, el Profesor no ha recibido nunca honorario ni gratificacion alguna, pues siempre ha juzgado de su obligación desempeñarlos.

El grupo IVa de análisis químicos, que se refería, de acuerdo con Pérez, a los trabajos ejecutados por particulares y costeados por ellos mismos. Según el profesor, estas personas solamente utilizaban los utensilios del laboratorio de análisis químico o de la oficina de docimasia. También indica que no le era posible informar sobre estas actividades debido a

que él no se enteraba de lo que se hacía por ser actos enteramente privados sin relación con la Escuela Nacional de Ingenieros.⁴³⁸

Ezequiel Pérez nació en 1854 en Tetipac, Guerrero. Estudió en la Escuela Nacional Preparatoria de 1875 a 1879.⁴³⁹ En 1880, ingresó a la Escuela Especial de Ingenieros recibiendo de Ensayador y apartador de metales en 1882 y de Ingeniero geógrafo en 1890.⁴⁴⁰ Se desempeñó como preparador de química en el año de 1885⁴⁴¹ y al año siguiente se le concedió la cátedra de análisis químico dentro de la Escuela Nacional de Ingenieros.

Pérez desempeñó algunos cargos oficiales como el de director del Observatorio Astronómico Central, director del Departamento de Pesas y Medidas de la Secretaría de Fomento, miembro de la Junta Calificadora de la Moneda Nacional y representante de la Escuela Nacional de Ingenieros ante el Consejo Universitario de la recién creada Universidad Nacional de México. Fue parte de las sociedades de Geografía y Estadística, de Exalumnos de Minería, y de la Científica Antonio Alzate. Participó en la Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, y en el Instituto Americano de Ingenieros Electricistas. Asimismo, presidió el Comité Electrónico Mexicano.⁴⁴² También fue nombrado socio honorario de la Sociedad Vicente Guerrero, una agrupación que fue formada por jóvenes nacidos en el estado de Guerrero. Asimismo, fueron nombrados otros guerrerenses destacados como Ignacio Manuel Altamirano y Antonio del Castillo.⁴⁴³ Algunas de las aportaciones que realizó Pérez fueron los procedimientos para obtener tierra muy propia para el moldaje de los bronce de arte (1886) y para fabricar cemento artificial económico (1888), por los cuales se le concedió

⁴³⁸ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y Reglamentos, 1892, caja 7, exp. 11, fo. 400 y 401.

⁴³⁹ Moncada Maya J., Escamilla Herrera I., Cisneros Guerrero G., y Meza Cisneros G. (1999). *Bibliografía geográfica mexicana. Obra de los ingenieros geógrafos*. México: UNAM-Instituto de Geografía, p. 73.

⁴⁴⁰ Noticia de las personas..., 1895

⁴⁴¹ Mata, *loc. cit.*

⁴⁴² Moncada Maya, et. al., *loc. cit.*

⁴⁴³ *El Tiempo* 1470 (27 de julio de 1888), p. 3.

privilegio exclusivo. Por otro lado, llevó a cabo el análisis químico de cal hidráulica o cemento natural de Tula, Hidalgo en 1888. Además, Ezequiel Pérez publicó cuatro artículos sobre matemáticas y uno sobre astronomía.⁴⁴⁴

Pérez también se desempeñó como Director de Pesas y Medidas de la Secretaría de Fomento. Bajo ese cargo comisionó a Juan Salvador Agraz (1881-1949) para la instalación de dos balanzas de precisión de la casa Albert Rueprecht de Viena y un comparador construido por el ingeniero B. Vergara.⁴⁴⁵ Ezequiel Pérez falleció a principios de 1917,⁴⁴⁶ Agraz publicó una convocatoria dirigida a sus discípulos para llevar a cabo una velada fúnebre en su honor.⁴⁴⁷

2.1.5 La química industrial en la Escuela de Ingenieros

Poco antes de cumplirse la primera mitad del siglo XIX, en México se comenzó a plantear la posibilidad de llevar a los estudios académicos las relaciones entre la química y sus aplicaciones productivas e industriales más allá de la minería. Dentro de las reformas de 1833, en el Sexto Establecimiento, dedicado a las ciencias eclesiásticas, se había contemplado una cátedra de química aplicada a las artes.⁴⁴⁸ Sin embargo fue en el año de 1843, cuando se decretó la creación de la Escuela de Artes y Oficios. Dentro del plan de estudios de esta escuela se incluía una clase denominada “Química aplicada a las artes”, donde se contemplaba instruir a los alumnos en algún ramo productivo donde se aplique la química:

⁴⁴⁴ Moncada Maya, et. al., *op. cit.*, p. 74.

⁴⁴⁵ Agraz de Diéguez G. (2001). *Juan Salvador Agraz 1881-1849: fundador de la primera Escuela de Química en México*. México: UNAM-Facultad de Química, p. 22.

⁴⁴⁶ Uno de los últimos actos oficiales que llevó a cabo Ezequiel Pérez como director del Departamento de Pesas y Medidas, fue la asistencia a la toma de posesión del puesto de Subsecretario de Fomento por parte del ingeniero Eduardo Hay, hijo de Guillermo Hay, en noviembre de 1916. *El Pueblo* I, 750 (30 de noviembre de 1916), p. 1.

⁴⁴⁷ *El Pueblo* I, 800 (19 de enero de 1917), p. 5

⁴⁴⁸ AGN. Justicia e Instrucción Pública, 1833, vol. 10, exp. 39, f. 103.

Art. 15. En los cursos de química se hará cada año aplicación a un ramo diverso, enseñándose sucesivamente la tintorería, la curtiduría, la fabricación de loza y porcelana, la vidriería y demás aplicaciones útiles de esta ciencia, y lo mismo se hará con respecto a la mecánica.⁴⁴⁹

En el año de 1850, dos integrantes de la Sociedad de Químicos Entusiastas, Juan María Rodríguez⁴⁵⁰ y José Guadalupe Lobato⁴⁵¹ propusieron que se instituyera un curso de química industrial en el Colegio de San Juan de Letrán. Leopoldo Río de la Loza fue el catedrático que impulsó esta propuesta. La cátedra sería impartida por Rodríguez y Lobato bajo la dirección de Río de la Loza y se estudiarían los temas de química general y sus aplicaciones a la industria. El director del Colegio, Antonio Asiain, no accedió a esta propuesta por falta de fondos y de espacio, aun así, en una carta que envió al Ministro de Justicia e Instrucción Pública, aseveró que:

...la importancia de establecer una clase de química aplicada á la industria, y las inmensas ventajas que su erección traerá á los artistas del país, así como el honor y la gloria que tendrá el establecimiento que logre fundarla, pero el de mi cargo no está hoy en las circunstancias de consumarla, pero si asegura a V.E. que en la primera oportunidad lo hará, bajo un plan fijo y constante...⁴⁵²

La primera noticia que encontramos sobre una propuesta de creación de una cátedra de “Química Industrial” en el Colegio de Minería data de 1851, en la sección III del proyecto de ley de Antonio del Castillo, en la que propone la cátedra de “Química Aplicada a la Industria”.⁴⁵³

⁴⁴⁹ Chávez Sosa R. (1995). “Antecedentes históricos ENA-UACH y órganos de gobierno”. Tesina. UAM-Iztapalapa, p. 151.

⁴⁵⁰ Juan M. Rodríguez, posteriormente sería profesor de química de la Escuela Nacional Preparatoria. Rodríguez Pimentel, Leticia. “En memoria del Dr. Juan María Rodríguez Arangoiti, ilustre obstetra mexicano (1828-1894)”. *Gaceta Médica de México* 139, 5 (2003), p. 527.

⁴⁵¹ José G. Lobato en 1867 fue nombrado catedrático de química en el Colegio de Guanajuato. *El Boletín Republicano* 61 (10 de septiembre de 1867), p. 2.

⁴⁵² Urbán Martínez, 2000, pp. 69 y 70

⁴⁵³ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, p. 1179.

En 1879, el profesor de química analítica y aplicada Guillermo Hay retomó la propuesta de crear una carrera de Ingeniero industrial, que estuviera centrada en el estudio de la química. Hay expresó lo siguiente:

...quizá el mayor obstáculo que ha encontrado la industria, es la falta de hombres que tengan los suficientes conocimientos teóricos y prácticos para plantear y dirigir los establecimientos industriales, en las industrias en las que se ha intentado establecer muchas veces se ha tenido que traer operarios de Europa...

...De aquí se sigue que es preciso formar en México á los hombres que han de desarrollar la industria mexicana y que es menester formarlos eficazmente...

...Los ingenieros civiles que ahora existen no son los que la industria necesita; pues se dedican principalmente á la construcción de calzadas, puentes, caminos de fierro & &; y según la Ley no tienen obligación de saber la química. Esta ciencia que desgraciadamente ha sido considerada aquí como una ciencia abstracta, es la que debe fijar toda la atención de los que anhelan los progresos de la industria...

...de la acertada aplicación de la Química dependen la bondad de los productos, la economía de los gastos, y el buen resultado de toda empresa industrial...

... Según la Ley de Instrucción Pública de 9 de Nbre de 1869 se exige el estudio de la Química á los Ingenieros de Minas y á los Ensayadores: pero á estos les faltan otros conocimientos indispensables para la industria y por otra parte sus estudios de química dirigidos principalmente á la minería...⁴⁵⁴

Hay, dirigiéndose al director de la Escuela de Ingenieros, propuso la creación de “una nueva clase de ingenieros”, los Ingenieros industriales. En el plan de estudios elaborado por Hay se contemplaba que la cátedra de “Química analítica y aplicada” se dividiera en los cursos de “Análisis química inorgánica” y “Química aplicada a todas las industrias prácticamente”. Además, se tendría que llevar la cátedra de “Análisis química orgánica” y práctica de un año y medio de Química industrial.⁴⁵⁵ El plan de estudios completo puede consultarse en el cuadro 2.11.

⁴⁵⁴ AHPM. 1879-I, 208, d.14, fs. 1-4

⁴⁵⁵ AHPM. 1879-I, 208, d.14, fs. 1-4

Cuadro 2.11. Plan de la carrera de Ingeniero Industrial propuesto por Guillermo Hay y aprobado por la dirección de la Escuela Especial de Ingenieros en 1879

Primer año	Tercer año
Matemáticas superiores	Mecánica aplicada en general a las máquinas de todas las industrias
Geometría descriptiva	Estereotomía y carpintería
Dibujo de máquinas	Análisis química orgánica
	Dibujo de máquinas
Segundo año	Fotografía aplicada a las artes
Mecánica analítica y aplicada	Cuarto año
Topografía	Mecánica aplicada a las construcciones
Análisis química inorgánica	Mineralogía y geología
Dibujo de máquinas	Química aplicada a todas las industrias prácticamente
Dibujo topográfico	Dibujo de máquinas y arquitectónico
	Los alumnos harán además durante año y medio, prácticas de química industrial y de mecánica aplicada a la industria

Fuente: AHPM, 1879.

La Junta de Profesores de la Escuela Especial de Ingenieros nombró una comisión formada por Guillermo Hay, Ramón Agea, Francisco Chavero y Gilberto Crespo para dictaminar acerca del proyecto de crear esta carrera. La comisión aprobó la propuesta de Hay y el plan de estudios quedó prácticamente idéntico al original.⁴⁵⁶

Guillermo Hay, cuyo nombre original era William Hay, llegó a México procedente de Inglaterra en 1855,⁴⁵⁷ gracias a que su cuñado, el inglés Juan C. Bowring, quien era director de una fábrica de sal para beneficio en Tepopoxtla, Texcoco, lo llamó para auxiliarlo en este negocio, el cual se encontraba en crisis. Al parecer, gracias a la intervención de Hay, la fábrica pasó de la bancarrota a una producción y venta anual de 25,000 arrobas de sal a las haciendas de beneficio (su principal cliente era la Compañía Minera de Pachuca y Real del Monte), hacia 1860. Para ese año Guillermo Hay ya era el encargado de la fábrica. A pesar de un cierto periodo de prosperidad, una nueva crisis en 1868, obligó a Hay a separarse de

⁴⁵⁶ *Ídem*, f. 8

⁴⁵⁷ AGN. Instituciones gubernamentales. Pasaportes y Cartas de Seguridad. 1855, vol. 162, exp. 99, f. 134

esta fábrica.⁴⁵⁸ Durante su gestión al frente de esta fábrica, Guillermo Hay pidió en 1861, privilegio exclusivo por la invención de un método para separar la sal y la sosa de las lagunas de Texcoco así como del tequesquite.⁴⁵⁹

A principios de 1869, el profesor de química de la Escuela de Artes y Oficios, Gumesindo Mendoza, leyó en un libro de química analítica de un autor alemán de apellido Muspratt, que las aguas amoniacales disuelven el plomo, por lo que procedió a analizar el agua potable de México siguiendo los procedimientos descritos en el libro. Los análisis de Mendoza, dieron como resultado la presencia de sales de plomo en el agua potable. Escribió y publicó un opúsculo con el resultado de sus investigaciones, y fue presentado en una asamblea de la Sociedad de Historia Natural. La Sociedad dictaminó nombrar una comisión que examinara el asunto, debido a que el agua potable, en general, se abastecía en tuberías de plomo. La comisión quedó conformada por Leopoldo y Manuel Río de la Loza, Guillermo Hay, Alfonso Herrera y Gumesindo Mendoza.⁴⁶⁰

Hacia el año de 1873, Guillermo Hay se encontraba dirigiendo la fábrica de sal de Guadalupe situada en la ciudad de Guadalupe Hidalgo. Según un artículo de *El Minero Mexicano*, los numerosos experimentos que realizó le permitieron simplificar los procedimientos de extracción, habiendo logrado obtener los productos deseados en un estado notable de pureza. Las sustancias que producía la fábrica de Hay eran:

- Sal blanca libre de sulfatos de magnesia y de sosa
- Sosa cristalizada corriente para su uso en la fabricación del jabón, en la tintorería y en las fábricas de papel

⁴⁵⁸ Ortiz Peralta R. (1991). "El abasto de la sal para la minería: las salinas de Tepopoxtla, 1849-1900". *Historia Mexicana* XLI, 1, pp. 121-128

⁴⁵⁹ *Anales de la Minería Mexicana*. Tomo I. México: Imprenta de I. Cumplido, 1861, p. 70.

⁴⁶⁰ "Cañerías de plomo (concluirá)". *Gaceta Médica de México* X, 14 (15 de junio de 1875), p. 275.

- Carbonato de sosa puro cristalizado, aplicable sobre todo en medicina
- Bicarbonato de sosa
- Carbonato de sosa calcinado usado en las fábricas de vidrio⁴⁶¹

En 1874, se le concedió privilegio a Hay por la invención de un aparato para elaborar sal.⁴⁶² En 1876, recibió un premio en la Exposición Internacional de Filadelfia, en la categoría de manufacturas, por sus sales de sosa.⁴⁶³ Además, Hay fue socio de las Sociedades de Geografía y Estadística,⁴⁶⁴ de Historia Natural y de la Sociedad Médico Homeopática.⁴⁶⁵ También, en 1885, formó parte de la Junta Consultiva de Hacienda en el Estado de Puebla⁴⁶⁶ y en ese mismo estado fue nombrado para rendir un informe pericial sobre el descarrilamiento del Ferrocarril Carbonífero en 1884.⁴⁶⁷ En 1886 volvió a solicitar privilegio exclusivo por un nuevo método de beneficio de las sales contenidas en los tequesquites y en las aguas saladas y por un método para blanquear la sal amarilla proveniente de los tequesquites de las saltierras y de las aguas saladas de los lagos.⁴⁶⁸

Guillermo Hay tomó posesión de la cátedra de Química analítica y aplicada en el Colegio de Minería el 21 de diciembre de 1876. El preparador de química en ese entonces era Baltazar Muñoz Lumbier.⁴⁶⁹ Los cursos de química que impartió Hay, incluían, aparte de la sección de química analítica, una parte extensa sobre diversas industrias químicas, que incluían las salinas, los tequesquites y las salitreras, industrias en las que Hay había laborado durante más de veinte años; para esta parte del curso Hay no se basaba en libro alguno sino que lo impartía

⁴⁶¹ “Las sales del lago de Texcoco”. *El Minero Mexicano* I, 32 (13 de noviembre de 1873), p. 12.

⁴⁶² *La Iberia* 2336, 27 de noviembre de 1874, p. 3

⁴⁶³ *El Minero Mexicano* IV, 31, 9 de noviembre de 1876, p. 370.

⁴⁶⁴ *El Avicultor Mexicano* 1º de octubre de 1906, p. 7.

⁴⁶⁵ *El Monitor Republicano* 206, 28 de agosto de 1875, p. 3

⁴⁶⁶ *El Partido Liberal* I, 227, 22 de noviembre de 1885, p. 3

⁴⁶⁷ *El Monitor Republicano* 26, 9 de enero de 1884, p. 3.

⁴⁶⁸ *La Voz de México* XVII, 146, 1º de julio de 1886, p. 3.

⁴⁶⁹ AHPM. 1877, 206, d.5, f.1

basándose en sus propias experiencias.⁴⁷⁰ En 1879, Guillermo Hay escribió el texto *Compendio de Química analítica mineral. Análisis cualitativa*.⁴⁷¹ Presentó este texto a la dirección de la Escuela de Ingenieros y una cotización de su impresión. El precio era de \$600 a \$700 por quinientos ejemplares en la litografía de Debra y Ca., y de \$348, por los mismos ejemplares de 12 láminas en la de Díaz de León. Sin embargo, al parecer la Escuela no aprobó esta impresión debido a que el último documento del expediente relativo a este asunto es un recibo de Hay por su manuscrito.⁴⁷²



Figura 12. Baltasar Muñoz Lumbier (Morelos y Moncada, 2015)

Quizá por haber residido varios años en Inglaterra, que era un país eminentemente industrial y manufacturero, así como por las actividades industriales en las que estuvo participando Hay en el cargo de director de las fábricas de sal de Tepopoxtla y de Guadalupe, y las estrechas relaciones que tuvo con diversas compañías mineras, principalmente la de Pachuca y Real del Monte, durante varios años, condujeron a este profesor a proponer una nueva carrera con enfoque en las industrias químicas para la Escuela de Ingenieros. En 1879,

⁴⁷⁰ AHPM. 1877, 206, d.2, f.1

⁴⁷¹ AHPM. 1879-I, 208, d.9, f.4.

⁴⁷² AHPM. 1879-I, 208, d.15, fs. 3-5

Hay propuso a la dirección de la Escuela la creación de la carrera de Ingeniero industrial. En el plan propuesto por Hay, aparecen nuevos cursos de química como se verá más adelante.⁴⁷³ La propuesta de Hay fue aprobada, aunque la carrera de Ingeniero industrial fue abierta hasta 1883 y con varias modificaciones al plan original de Hay.

El profesor Hay solicitó en enero de 1880 una licencia por cuatro meses debido a un viaje fuera de México, por lo que se nombró profesor sustituto a Antonio del Castillo, quien en ese entonces era profesor de Mineralogía.⁴⁷⁴ No obstante, la licencia después se concedió por tiempo indefinido concluyendo la participación de Hay como profesor de la Escuela de Ingenieros.⁴⁷⁵ Al parecer las múltiples ocupaciones de del Castillo, le impedían cumplir plenamente con el curso de química, pues en 1880 los alumnos del curso de química se inconformaron y pidieron el regreso de Hay, de quien decían que "...tenía verdadero empeño en cumplir con su deber."⁴⁷⁶ Guillermo Hay falleció en 1904. Uno de sus hijos, Eduardo Hay Fortuño (1877-1941), se graduó como ingeniero en la Universidad de Notre Dame y tuvo varios cargos oficiales en el gobierno mexicano.⁴⁷⁷

La carrera de Ingeniero industrial se abrió en 1883, pero el plan de estudios tenía varias modificaciones respecto al que fue aprobado cuatro años antes. El primer catedrático de química industrial fue Fernando Sáyago.⁴⁷⁸ En 1898, fue nombrado Gilberto Crespo y Martínez (1852-1916), pero solicitó licencia, por lo que quedó Eduardo Martínez Baca, como profesor, estos catedráticos eran egresados del Colegio de Minería.⁴⁷⁹

⁴⁷³ AHPM. 1879-I, 208, d.14, fs. 1-4

⁴⁷⁴ AHPM. 1880-I, 210, d.7, f. 1

⁴⁷⁵ AHPM. 1881-I, 212, d.50, f.1

⁴⁷⁶ *La Libertad* 218, (26 de septiembre de 1880), p. 3.

⁴⁷⁷ Roderic, Ai Camp. *Mexican Political Biographies*. 4ª ed. E.E. U.U.: University of Texas Press, 2011, p. 459

⁴⁷⁸ Mata, *op. cit.*, p. 697.

⁴⁷⁹ AHPM. 1879-II, 209, d.29, f. 73.

Junto con la parte teórica de química industrial, también existía el gabinete de química industrial, donde en 1886 se hicieron seis análisis industriales de combustibles fósiles de la frontera remitidos por la Secretaría de Fomento, que resultaron ser lignitos de buena clase. Por disposición de la misma Secretaría de Fomento se hicieron once ensayos de carbón de piedra del Distrito de Tlaxiaco, de los que sólo dos resultaron ser, según el informe, carbón negro de buena clase, conteniendo el resto muchas cenizas (más del 20%), aunque ricos en carbón fijo. También se hicieron seis ensayos más de carbón de Chiapas.⁴⁸⁰

Los planes de estudio de la cátedra de química industrial para los años de 1886, 1891 y 1901 pueden consultarse en los cuadros 2.12, 2.13 y 2.14.

Cuadro 2.12 Programa de la cátedra de Química Industrial de 1886

Se estudian las industrias siguientes:
Azul de Prusia. Albayalde. Blanco de Zinc. Potasa y sus sales. Salitre. Mezclas explosivas. Sal marina. Sosa y sus sales. Azufre. Ácidos Sulfuroso y Sulfúrico. Sulfuro de Carbono. Ácido Clorhídrico. Cloruro de Calcio. Cloruros alcalinos. Amoniaco y sus sales. Alcalimetría. Jabones. Bórax. Alumbre. Ultramar. Vidrios. Procelanas. Fibras vegetales y animales. Papel. Almidon y fécula. Azúcar. Vino. Sidra. Cerveza. Alcohol. Pan. Vinagre. Ácidos Tártrico y Cítrico. Tabaco. Aceites esenciales. Resinas. Caoutchouc. Gutta-percha. Mastiques. Barnices. Lana y sus tejidos. Seda y sus tejidos. Curtimiento de pieles. Bola. Fósforo. Cerillos. Negro animal. Leche, quesos y mantequillas. Conservación de carnes. Materias colorantes. Tintorería. Impresión de tejidos. Blanqueo. Velas, lámparas y gas. Otros MÉTODOS DE ALUMBRADO. Parafina y aceites minerales. Glicerina. Carbones de madera. Turba. Lignita. Antracita. Hullas. Grafita. Coke. Combustibles artificiales. Combustibles grasos. Hielo. Aguas gaseosas.
El autor para estudiar este curso será el Wagner C^o. Gautier
El curso se hará en 100 lecciones.
Los alumnos presentarán en su exámen un proyecto completo de alguna fábrica para plantear una de las industrias mencionadas
Durante el curso horario, se harán el mayor número de análisis industriales y experiencias prácticas, atendiendo á los recursos de la Clase

Fuente: Programas de los cursos de las Escuelas de Ingenieros y Agricultura para el año escolar de 1886

Cuadro 2.13. Programa de la cátedra de Química Industrial de 1891

Generalidades sobre los metales. Metalurgia del hierro, cobalto, níquel, cobre, plomo, estaño, bismuto, zinc, cadmio, arsénico, mercurio, platina, plata, oro, peróxido de manganeso, aluminio y magnesio. Ligas y productos industriales de estos metales. Industrias de la potasa y sus sales, sal marina, sosa y sus sales, azufre. Ácidos: sulfuroso, sulfúrico, azótico y clorhídrico.
Cloruro de calcio, cloruros alcalinos, gas, aceites minerales, carbonos de madera, turba, lignita, antracita, hulla y coke. Combustibles ratificales, combustibles grasos.
Pólvoras y mezclas explosivas. Sulfuros de carbono. Amoniaco y sus sales, alcalimetría, jabones, alumbre ultramar, vidrios, porcelanas, fibras vegetales y animales. Papel, almidón y fécula, destrina y glucosa. Azúcar, vinos, sidra, cervezas, alcoholes, pan, vinagre. Ácidos tártrico y cítrico, tabaco, aceites esenciales, resinas, Caoutchouc, gutta-percha, mastiques, barnices, lana y sus tejidos, seda y sus tejidos. Curtimiento de pieles, colas, fósforo, cerillos. Negro animal. Leche quesos y mantequilla. Conservación de carnes. Materias

⁴⁸⁰ AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y Reglamentos, 1886, caja 7, exp. 7, fo. 95-98.

colorantes. Tintorería. Impresión de tejidos, blanqueo, velas, lámparas y gas de alumbrado. Parafina, glicerina, hielo, aguas gaseosas.

Los alumnos presentarán en su examen un proyecto completo de alguna fábrica, para plantear una de las industrias mencionadas.

urante el curso horario se harán el mayor número de análisis industriales y experiencias prácticas, atendiendo á los recursos de la clase.

Fuente: Programa de los Cursos para el año escolar de 1891 de las Escuelas dependientes de la Secretaría de Fomento

Cuadro 2.14. Programa de la cátedra de Química Industrial de 1901

Primera parte

I.

Principales sales industriales y diferentes procedimientos para su fabricación.

Potasa. Sus propiedades y aplicaciones. Diferentes métodos y procedimientos para la extracción de la potasa de las diferentes sustancias que la contienen en cantidad suficiente para que su extracción pueda ser industrial. Carbonato de potasa puro. Potasa cáustica. Métodos alcalimétricos, potasimétricos y sodamétricos. Expresión del valor comercial de la potasa.

Sosa. Sus propiedades y aplicaciones. Sosa natural. Sosa extraída de los vegetales. Diferentes procedimientos para preparar la sosa por vía química, transformando en esta sustancia ciertas combinaciones del sodio que se encuentran en gran cantidad en la naturaleza ó bien como resultado de la preparación de otras sustancias. Utilización de los residuos de la sosa. Diferentes procedimientos para la regeneración del azufre de los residuos de sosa. Fabricación de la sosa por el amoniaco. Bicarbonato de sosa. Sosa cáustica. Propiedades y usos del sulfato de sosa, del bicarbonato de sosa y de la sosa cáustica. Cloruro de sodio é industria de las salinas. Ensayes de sal.

Cal. Manera de obtener la cal. Diferentes clases de cales que se obtienen. Propiedades de la cal. Usos y aplicaciones. Análisis y ensayes de las cales.

Sales amoniacaes importantes bajo el punto de vista industrial. Amoniaco. Preparación, usos y aplicaciones de la sal amoniaco. Preparación del sulfato, carbonato, nitrato y fosfatos de amoniaco. Usos y aplicaciones industriales de estas sustancias. Diferentes métodos y procedimientos para obtener el amoniaco. Sus propiedades, usos y aplicaciones.

II.

Principales ácidos industriales y materias primas para su fabricación

Ácido sulfúrico y otros compuestos sulfurados de aplicación industrial. Diferentes fuentes de producción del azufre y métodos empleados para obtenerlo. Afinación del azufre. Sus propiedades y usos. Principales hornos y procedimientos empleados para la producción del ácido sulfuroso, ya sea que se emplee el azufre, las piritas y las blendas. Ácido sulfuroso líquido. Propiedades y usos del ácido sulfuroso. Estudio completo, y tan detallado como sea posible, de la industria en general de la fabricación del ácido sulfúrico.

Fabricación del sulfuro de carbón y cloruro de azufre. Propiedades y usos de estas sustancias. Fabricación del sulfito de calcium. Bisulfito é hiposulfito de sodium. Usos y aplicaciones de estas sustancias.

Ácido clorhídrico, cloro, cloruro de cal y cloratos. Diferentes procedimientos para la fabricación del ácido clorhídrico por condensación de los vapores en la fabricación del sulfato de sosa y por descomposición del cloruro de sodio. Propiedades y usos del ácido clorhídrico. Fabricación del cloro y cloruro de cal. Método y sustancias empleadas en estas fabricaciones. Usos y aplicaciones del cloro y del cloruro de cal. Clorometría.

Cloruros alcalinos. Preparación de los cloratos de aplicación industrial.

Ácido nítrico y nitratos. Diferentes métodos de preparación del ácido nítrico, blanqueamiento del ácido nítrico blanco; ácido nítrico químicamente puro; ácido nítrico humeante; usos del ácido nítrico.

Diferentes fuentes de producción del salitre; explotación, extracción y afinación del salitre; salitre de potasio, salitre de sodio; ensayes del salitre; usos del salitre.

III.

Algunas combinaciones metálicas y otras de aplicación industrial.

Diferentes compuestos y combinaciones de aluminio, aplicaciones y usos industriales de estos compuestos y combinaciones; procedimientos industriales para obtener el aluminio; sus propiedades.

Combinaciones del estaño, del aluminio, el arsénico, el oro, la plata, el mercurio, cobre, zinc, cadmio, plomo, manganeso, cromo, fierro, cobalto y bario; diferentes sustancias que se obtienen de estas combinaciones, su preparación, usos y aplicaciones industriales.

Segunda parte

Combustibles

Combustibles sólidos. Carbón de madera, turba, lignita y antracita, hulla, grafito, coque, combustibles aglomerados.

Combustibles líquidos. Petróleo, aceite pesado.

Combustibles gaseosos. Gas de los generadores; gas de alumbrado; gas de los altos hornos; gas de gasógenos; gas de agua. Ensayes de combustibles. Poder calórico de los combustibles. Leyes relativas al poder calórico; precio comparado de la unidad calórica de los varios combustibles. De la combustión; cantidad de aire necesaria a la combustión; temperatura de la combustión.

Tercera parte

Industrias en general

I. Fabricación del vidrio; fabricación de las porcelanas, azulejos, mosaicos; fabricación de ladrillo y tejas; fabricación de morteros y cemento; gis y yeso. Materias primas empleadas en estas industrias; su preparación, purificación y explotación; ensayes de las cales y cementos; mastiques y estucos en general.

II. Fabricación del ácido tánico, cítrico, acético, ozónico, tánico. Análisis de estas sustancias. Materias primas empleadas en su preparación y purificación.

III. Fabricación del papel, papeles pintados, dorados, etc., tejidos; tintura e impresión de los hilos y tejidos; análisis del papel y de los tejidos: Materias primas empleadas en estas industrias. Industrias de las fibras en general.

IV. Fabricación de cerillas, cerillas sin fósforo; diferentes procedimientos para la preparación del fósforo; trabajos de los huesos para la extracción del fósforo y fabricación del negro animal.

V. Fabricación de velas y jabones, materias grasas; ceras; materias lubricantes; ácido esteárico y glicerina. Aceites esenciales y resinas; extracción de las esencias; asfaltos y betunes; caucho; gutapercha; celuloide; cola; barnices en general. Análisis químicos de todas estas sustancias.

VI. Curtido de pieles; materias curtientes; diferentes métodos para curtir; examen del curtido de pieles por medio de reactivos químicos; análisis de los cueros.

Cuarta parte

Otras industrias

I. Secamiento, observación de las maderas, diferentes sustancias y procedimientos empleados, destilación de la madera, productos que se obtienen de la destilación.

II. Tratamiento del alquitrán de hulla; destilación del alquitrán, principales productos de la destilación de la hulla; aplicaciones industriales de éstos.

III. Aplicaciones industriales de la electro química

IV. Alumbrado eléctrico.

Fuente: Moles Batllewell, et al., 1991

En el año de 1891, se indica que se estudiaba de forma muy general la industria metalúrgica. Dentro de los programas, también estaba contemplado llevar a cabo análisis industriales y experiencias prácticas, así como que los alumnos deberían presentar el proyecto de alguna fábrica de los productos que se veían en clase. El plan de estudios de 1901, se estructuraba en cuatro partes: en la primera se estudiaba las principales sales y ácidos industriales y su fabricación, así como algunos aspectos de la industria metalúrgica; en la segunda, los combustibles, que incluían los sólidos como carbón de madera, lignita, hulla, coque, etc.; líquidos como petróleo y aceites pesados y combustibles gaseosos; en la tercera,

las industrias en general; y en la cuarta se estudiaba otras industrias como la de la madera, del alquitrán de hulla y el alumbrado eléctrico. Los años en los que el curso de química industrial fue abierto fueron de 1886 a 1889, 1891, 1892, y de 1897 a 1900.⁴⁸¹ Las industrias que se contemplan en los planes son, en términos generales, las siguientes:

Sales	Papel y celulosa	Cerillos
Ácidos	Bebidas alcohólicas	Alimentos
Combustibles	Azúcar	Colorantes y tintorería
Pólvora y explosivos	Aceites	Glicerina
Amoniaco	Resinas	Gaseosas
Jabones	Tejidos	Cemento
Vidrios y porcelana	Curtiduría	Alquitrán
Fibras	Colas	Madera

La carrera de Ingeniero industrial tuvo muy pocos alumnos durante el siglo XIX. De 1883 a 1900 solamente se titularon seis personas de esta carrera. En los años de 1890, 1891⁴⁸² y 1895, no hubo alumnos en el curso de química industrial.⁴⁸³ Según los datos de finales del siglo XIX, de la Secretaría de la Escuela Nacional de Ingenieros, los alumnos que se titularon fueron Rosendo Nuncio Albino (1886); Luis Lajous (1887); Francisco Cerro (1892), quien ya se había titulado como ingeniero de caminos, puertos y canales en 1891,⁴⁸⁴ Juan H. Hernández (1894), Benito Ortiz y Córdova y José Prida y Arteaga (ambos en 1899).⁴⁸⁵ En

⁴⁸¹ Ramos Lara, *op. cit.*, p. 206

⁴⁸² AHUNAM. Dirección. Informes y Reglamentos, 1892, caja 7, exp. 10, fo. 151.

⁴⁸³ Ramos Lara, *loc. cit.*

⁴⁸⁴ Noticia de las personas..., 1895, pp. 190 y 192.

⁴⁸⁵ Deva Ramos M., Tamayo L. P. de, y Tamayo J. (enero de 1942). "Profesantes que se han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941". *Ingeniería* número extraordinario, pp. 53 y 57.

cuanto a los exámenes profesionales, los ingenieros industriales tenían que hacer pruebas prácticas de análisis industriales, así como otros análisis químicos. El jurado tenía que estar integrado por el profesor de química industrial, el de análisis química y el de metalurgia de la Escuela Práctica de Minas.⁴⁸⁶ También se contemplaba que quienes se graduaban de esta carrera hicieran prácticas industriales (como lo había planteado originalmente Guillermo Hay), sin embargo, después de que Luis Lajous presentó su examen profesional en 1887, la Secretaría de la Escuela Nacional de Ingenieros dispuso que este alumno hiciera sus prácticas de maquinaria e industrias en los estados del este y del norte de Estados Unidos durante dos años por “...carecer este país [o sea México] de industriales científicos...”⁴⁸⁷

En 1892, Manuel María Contreras, exalumno del Colegio de Minería, fue comisionado para realizar una visita a la Escuela Nacional de Ingenieros. En su extenso informe hace la siguiente recomendación sobre la carrera de Ingeniero Industrial:

En la carrera de Ingeniero industrial, que es la que tiene menor número de aficionados, sería bastante aceptable si un alumno pudiera obtener el título respectivo con solo dos años de estudios, y se formarían buenos Ingenieros industriales si los profesores dieran sus lecciones en las fábricas que hay en el Distrito Federal, en donde los alumnos podrían tener la satisfacción de aprender la parte de Química Industrial, de Mecánica aplicada, de Contabilidad y de Organización de los establecimientos industriales, guiados por sus Profesores; práctica que después ampliarían en otros establecimientos de fuera del Distrito. En la actualidad la instrucción es toda teórica; los exámenes versan sobre puntos científicos, desarrollándose en los alumnos el espíritu especulativo más bien que el práctico, de lo que resulta que abandonen una carrera eminentemente útil como es la de Ingeniero industrial, y prosiguen la de Ingeniero geógrafo ú otra,...⁴⁸⁸

⁴⁸⁶ “Reglamento de la Escuela Nacional de Yngenieros. Corregido (mecanoescrito)”. AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y reglamentos, 1892, caja 7, exp. 10, fo. 301.

⁴⁸⁷ “Ingeniero Industrial”. *El Minero Mexicano* XIV, 25 (22 de septiembre de 1887), p. 299.

⁴⁸⁸ AHUNAM. Dirección. Informes y Reglamentos, 1892, caja 7, exp. 10, fo. 119-120.

A su vez, en ese mismo año de 1892, Fernando Sáyago consideraba que sería muy ventajoso para el país divulgar los conocimientos de química industrial para desarrollar la industria, por lo que proponía que los ensayadores cursaran obligatoriamente esta materia, sin embargo la propuesta no prosperó.⁴⁸⁹

En 1897, Adolfo Díaz Rugama, opinaba que las carreras de ingeniero mecánico, ingeniero industrial e ingeniero electricista habían fracasado porque se crearon sin que existiera una demanda social real. En el caso específico de la carrera de ingeniero industrial, no prosperó porque estaba estrechamente vinculada con las transformaciones de la materia prima y eso era algo que no se llevaba a cabo en México.⁴⁹⁰ A su vez, en 1901, Francisco Garibay, quien era profesor de aplicaciones de electricidad, opinaba que los alumnos no querían estudiar la carrera de ingeniero industrial, porque:

...en dicha carrera hay dos ciencias que la dominan y para cuyo conocimiento profundo se requiere dotes muy diferentes y difíciles de encontrar en una misma persona, me refiero a los conocimientos de orden mecánico y químico.⁴⁹¹

El primer catedrático de Química industrial de la Escuela de Ingenieros, Fernando Sáyago, tuvo participación en la industria minera, aunque sus publicaciones y solicitudes de privilegio, muestran que este profesor incursionó en diversas industrias químicas a finales del siglo XIX.

Fernando Sáyago nació el 11 de enero de 1853. Se recibió de las carreras de ensayador en 1875⁴⁹² y de la de Ingeniero Topógrafo en 1877 en la Escuela Especial de Ingenieros.⁴⁹³ Después de egresar, estuvo laborando como director de las minas de Zacualpan, Estado de

⁴⁸⁹ AHUNAM. Dirección. Informes y Reglamentos, 1892, caja 7, exp. 10, fo. 132.

⁴⁹⁰ Ramos Lara, *op. cit.*, p. 160.

⁴⁹¹ *Ibidem*, p. 135 y 136.

⁴⁹² Deva Ramos, *loc. cit.*

⁴⁹³ "La muerte del Presidente del Ayuntamiento". *El Partido Liberal* XVII, 2648 (10 de enero de 1894), p.1.

México. Posteriormente estuvo ocupado en actividades agrícolas y en 1879 instaló en la Ciudad de México una fábrica de cerveza y alimentos denominada “El Jordán”.⁴⁹⁴ A la postre, estuvo radicando en Guadalajara donde publicó algunos trabajos en el *Boletín de la Sociedad de Ingenieros de Jalisco*, entre los que están *La minería en México* y *Regulador de la marcha de beneficio de patio*, ambos de 1881.⁴⁹⁵ Sáyago también fue ensayador de la Casa de Moneda de Guadalajara de 1880 a 1882.⁴⁹⁶

El 14 de marzo de 1883, el presidente de la República lo nombró profesor de química industrial de la Escuela Especial de Ingenieros.⁴⁹⁷ Anteriormente había sido nombrado profesor de matemáticas superiores.⁴⁹⁸ Sáyago estuvo al frente de esta cátedra durante los años siguientes, hasta 1893, aunque no todos los años se abrió el curso. El 18 de abril de 1893, pidió licencia de dos meses para separarse de la cátedra de química industrial.⁴⁹⁹ Casi un año después, en enero de 1894, Fernando Sáyago falleció⁵⁰⁰ siendo sustituido por Eduardo Martínez Baca.

Martínez Baca ingresó a la Escuela Especial de Ingenieros a mediados de la década del 70 como alumno de dotación.⁵⁰¹ En 1878, se trasladó como alumno pensionado a la Escuela Práctica de Minas de Pachuca.⁵⁰² En 1885 recibió su título de Ingeniero de minas y metalurgista con la tesis titulada *Estudio aurífero de Calamahi*.⁵⁰³

⁴⁹⁴ *El Minero Mexicano* VI, 45 (7 de agosto de 1879), p. 540.

⁴⁹⁵ Aguilar y Santillán, *op. cit.*, p. 109.

⁴⁹⁶ Sánchez Anaya M. (2003). *Las vicisitudes monetarias de los tapatíos: la ceca de Guadalajara, 1811-1895*. Guadalajara: Secretaría de Cultura de Jalisco-Benemérita Sociedad de Geografía y Estadística del Estado de Jalisco, p. 82.

⁴⁹⁷ AHPM. 1880-I, 210, d. 37, f. 5.

⁴⁹⁸ La muerte del Presidente..., *op. cit.*, p. 1

⁴⁹⁹ AHPM. 1880-I, 210, d.37, f.2

⁵⁰⁰ *La Convención Radical Obrera* 935 (21 de enero de 1894), p. 1.

⁵⁰¹ AHPM. 1877, 206, d.26, f.3

⁵⁰² AHPM. 1877, 206, d.38, f.1

⁵⁰³ *El Tiempo* 609 (26 de agosto de 1885), sin página.

Entre los cargo que desempeñó estuvo el de Jefe de la Sección de Minas del Ministerio de Fomento.⁵⁰⁴ También participó en numerosas comisiones gubernamentales auspiciadas por el Ministerio de Fomento como la rehabilitación de minas de oro y plata; en el reconocimiento de minerales de cobre, carbón, hierro, estaño y mercurio; y en comisiones de colonización y agricultura, llevadas a cabo en estados como Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, San Luis Potosí, Oaxaca y Veracruz.⁵⁰⁵ Además colaboró en las obras hidroeléctricas de Necaxa.⁵⁰⁶ Entre las publicaciones de Martínez Baca están un informe sobre las minas de cobre “El Boleo” en los *Anales del Ministerio de Fomento de la República Mexicana* en 1898,⁵⁰⁷ y “La legislación en México, reseña histórica” aparecida en *El Minero Mexicano* en 1902.⁵⁰⁸

Eduardo Martínez Baca fue profesor de “conocimiento de materiales de las construcciones” y de “química industrial” en la Escuela Nacional de Ingenieros a finales del siglo XIX.⁵⁰⁹

2.1.6 La química en las escuelas anexas al Colegio de Minería y Escuela de Ingenieros

Desde sus inicios, uno de los objetivos del Colegio de Minería, era que los alumnos hicieran innovaciones técnicas para mejorar los métodos de beneficio de metales que se empleaban en México. Por esa razón, al aprendizaje de las teorías de la química le seguía el estudio de la docimasia y la metalurgia. Delhuyar y su comisión de técnicos alemanes,

⁵⁰⁴ Crespo y Martínez G. (1903). *México, industria minera. Estudio de su evolución*. México: Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, p. 156.

⁵⁰⁵ Blanco Martínez M. y Moncada Maya J. (2011). “El Ministerio de Fomento, impulsor del estudio y reconocimiento del territorio mexicano (1877-1898)”. *Investigaciones Geográficas* 74, p. 80.

⁵⁰⁶ Martínez Miranda, E. y Ramos Lara M. (2006). “Funciones de los ingenieros inspectores al comienzo de las obras del complejo hidroeléctrico de Necaxa”. *Historia Mexicana* LVI, 1, pp. 269 y 270.

⁵⁰⁷ Blanco Martínez y Moncada Maya, *op. cit.*, p. 91

⁵⁰⁸ Velasco Ávila C. (1987). “Política borbónica y minería en Nueva España 1766-1810”. *Historias* 18, p. 113.

⁵⁰⁹ Martínez Miranda y Ramos Lara, *op. cit.*, p. 277.

intentaron aplicar el método de barriles de Born sin éxito, por lo que el mismo Delhuyar y uno de los técnicos de mayor rango de la comisión, Federico Sonneschmidt, así como del Río⁵¹⁰ y Humboldt, terminaron reconociendo que el método de beneficio de patio funcionaba mejor que el de Born en tierras mexicanas.

Dentro de la enseñanza del Colegio de Minería, al principio se impartieron los métodos de patio y de fuego o de fundición. Los alumnos consolidaban su aprendizaje en alguna hacienda de beneficio de provincia. A partir de la década del 50, se menciona también los métodos de cazo, toneles y disolución. No obstante, el estudio de la docimasia y la metalurgia se extendió a la Escuela Práctica de Minas, establecida en esta década. En cuanto a los metales, el oro y la plata son los que se mencionan prácticamente durante todo el periodo estudiado, aunque en algunos años se hace mención de “los metales más usados en las artes”, sin especificar cuáles entran en esta categoría. En algunos años se especifican otros como en 1803, año en el que se estudiaron las sustancias ferrosas; en la década del 40, se menciona mercurio, plomo, hierro, cobre y zinc y en 1857, se vuelve a especificar el hierro y el mercurio.

Aunque en la parte de docimasia y metalurgia, se incluía en el curso de química, algunas personas opinaban que, a semejanza de las academias europeas, se hicieran cursos especiales para estas disciplinas. Por ejemplo, José María Castera, en 1841, manifestó que:

...los alumnos se ejercitarán durante las lecciones de una manera más amplia en el manejo de los instrumentos y en las manipulaciones químicas, para lo que sería necesario mejorar las colecciones, y quizá establecer una clase especial de dosimacia y metalurgia, pues en un año no pueden adquirirse los suficientes

⁵¹⁰ Del Río expresó que: “Las comparaciones de nación á nación son siempre odiosas. Cada una tiene sus ventajas y desventajas que se compensan unas a otras. Nosotros por exemplo nos podemos gloriar de un método de beneficio de azogue que nos es propio y por su economía ha frustrado hasta ahora las combinaciones de la Química mas sublime: nos podemos gloriar de un método de fundición con tequezquite ó nátron que nos envidarán los extrangeros que carecen de esta producción mineral...” Discurso leído por..., 1799, pp. 183 y 184.

conocimientos de esas materias y las nociones de química general á pesar de la conocida habilidad y dedicación del profesor.⁵¹¹

También propuso enviar jóvenes instruidos a estudiar minería a Alemania:

La perfección en que se encuentra la minería en Alemania y la mayor facilidad que para aplicarse en la república tienen los métodos establecidos en aquella, comparándolos con los que se siguen en otras partes, hace creer que sería muy útil enviar á que los estudien á algunos de los alumnos más instruidos...⁵¹²

Uno de los objetivos del establecimiento de la Escuela Práctica de Minas en Fresnillo, Zacatecas, fue ampliar el estudio de la metalurgia y hacer estas prácticas cerca de algún centro minero, al igual que en Europa.

En los siguientes extractos de los artículos del proyecto de decreto de la Escuela Práctica de Minas puede leerse algunos aspectos relacionados con la enseñanza de la química y que el método de beneficio de patio era el que seguía predominado en la enseñanza de la metalurgia:

8º Formarán colecciones de rocas, minerales y productos metalúrgicos, así como otros especiales de las diversas pintas de los distritos de minas visitados...

13º Se establecerá un laboratorio de química y metalurgia que estará a cargo del profesor de este último ramo.

14º Para el estudio del beneficio de patio se destinarán a los alumnos 250 ó 350 montones de metales elegidos por el profesor de metalurgia quien los negociará con la empresa o empresas del mineral donde esté establecida la escuela, pagando las cantidades de plata que resulten mermadas respecto de las leyes apreciadas por el ensaye docimástico,...así como las de azogue después de rebajado el consumido y pérdida que la esperiencia del beneficio haya hecho estimar por corrientes.⁵¹³

⁵¹¹ Castera, *op. cit.*, p. 175

⁵¹² La propuesta de Castera de enviar estudiantes a Alemania se llevó a cabo hasta 1874, que fue cuando el gobierno becó al egresado de las carreras de Ensayador e Ingeniería de Minas, Guillermo Segura. *Ibidem*, p. 178 y “Corresponsal”. *El Minero Mexicano* I, 47 (26 de febrero de 1874), p. 11.

⁵¹³ “Proyecto de Decreto sobre establecimiento de una Escuela Práctica de Minas y providencias subsecuentes”. AGN. Justicia e Instrucción Pública, 1853, vol. 39, f. 2-3.

Antonio del Castillo fue uno de los profesores fundadores de la Escuela de Fresnillo, dando el curso de Laboreo y mecánica aplicada a las minas en 1854.⁵¹⁴ El ensayador Miguel Velázquez de León, quien cursó química con Manuel Herrera y mineralogía con del Castillo, también fue parte del personal enviado a esta escuela, incluso llegó a dirigirla simultáneamente a su desempeño como profesor de metalurgia. En 1859, este profesor se encontraba haciendo la clasificación mineralógica con la ayuda de los alumnos practicantes de treinta y tres ejemplares de cobre de los minerales beneficiados en Tepezalá. Los otros profesores que fueron enviados a Fresnillo fueron Pascual Arenas (†1875) y Diego Velázquez de la Cadena. En 1857, los profesores Miguel Velázquez de León y Pascual Arenas enviaron a una exposición en Aguascalientes una colección científico-industrial de cincuenta y dos ejemplares de minerales de hierro, cobre, plata, zinc, piritas, trípoli, yeso, arcillas, sal, tequesquite, etc., de los cuales la mayoría ya habían sido analizados. En 1858, se hizo una visita a las haciendas de Guadalupe y de la Piedad, donde se efectuaban los procesos de beneficio de patio y en la última también el de fundición. Velázquez de León escribió una memoria con los datos obtenidos de esta visita.⁵¹⁵

En 1859, se estudió un sistema de beneficio inventado por el exalumno del Colegio de Minería, Antonio F. de Barros.⁵¹⁶ Ese año se le concedió el título de Ingeniero de minas, apartador y beneficiador de metales a Juan B. Andonaegui. Los problemas que los profesores Velázquez de León, Arenas, y Velázquez de la Cadena le plantearon a Andonaegui fueron:

- 1.- Determinar el número de arrastres necesario para beneficiar en una hacienda de patio dos mil cargas de mineral duro semanariamente, expresando la construcción más propia de los arrastres, la fuerza

⁵¹⁴ Azuela, L. F. (2005). *De las minas al laboratorio: la demarcación de la geología en la Escuela Nacional de Ingenieros (1795-1895)*. Libros de Investigación, 1. México: UNAM-Instituto de Geografía-Facultad de Ingeniería, p. 100.

⁵¹⁵ Ramírez, 1890, pp. 401, 412, 415, 416 y 418.

⁵¹⁶ *Ibidem*, p. 415.

motriz necesaria en metros cúbicos de agua, suponiendo una caída total de diez metros, la clase de motor hidráulico más conveniente, y acompañando el presupuesto de un arrastre en las circunstancias de Pachuca.

2.- Determinar el diámetro, longitud de golpe y fuerza motriz de un soplo de cilindros para alimentar diez hornos de cobre que fundan como el mayor de los estudiados en Tepezalá.⁵¹⁷

En el año de 1860, en el plan de estudios de la Escuela Práctica, se incluían las materias de “Análisis químico” y “Metalurgia”⁵¹⁸ y el catedrático correspondiente era Miguel Velázquez de León,⁵¹⁹ quien, junto con Arenas y Velázquez de la Cadena,⁵²⁰ hizo contribuciones en 1861 en los *Anales de Minería Mexicana ó Revista de Minas, Metalurgia, Mecánica y de las ciencias de aplicación á la Minería por los Antiguos Profesores de la Escuela Práctica de Minas de Guanajuato*, que solamente aparecieron durante ese año.⁵²¹ Esta publicación fue sostenida por el gobernador de Guanajuato, Manuel Doblado (1818-1865). También en esta Escuela se hacía servicio al público de análisis químicos como análisis de sales, aguas saladas, saltierras, magistrales y salitres así como ensayos de minerales de hierro, azogue y cobre.⁵²²

La Escuela Práctica de Fresnillo cerró sus puertas en 1861. Durante ese año se trasladó a Guanajuato. Allí hicieron sus estudios prácticos algunos alumnos del Colegio de Minería como Pedro López Monroy, quien en 1861 presentó su examen de metalurgia que consistió en tres cuestiones que deberían ser desarrolladas ampliamente por el sustentante:

⁵¹⁷ “Memoria presentada por el Sr. Don Juan B. Andonaegui, en su ecsamen final de práctica”. (1861). *Anales de la Minería Mexicana*. México: Imprenta de I. Cumplido, p. 237 y 238.

⁵¹⁸ Aguilar y Santillán R. (1908). *Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana completada hasta el año de 1904*. México: Instituto Geológico de México, Secretaría de Fomento Colonización e Industria, p. 120.

⁵¹⁹ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, p. 2210.

⁵²⁰ Castro, M. y Curiel G. coords. (2003). *Publicaciones periódicas mexicanas del siglo XIX: 1856-1876*. Parte I. México: UNAM, pp. 56 y 57.

⁵²¹ Ramírez, 1884, pp. 764 y 765.

⁵²² Ramírez, 1890, p. 400 y 427.

1ª.- Proyecto de un ventilador para alimentar una cúpula para refundir hierro, y capaz de refundir 30 quintales de este metal en 12 horas⁵²³

2ª.- Cuál es la composición de una limadura en una torta de la Hacienda de San Francisco de las Flores⁵²⁴

3ª.- Determinar en qué estado se encuentra el azogue consumido en el procedimiento de beneficio de patio⁵²⁵

Al año siguiente la Escuela Práctica se reubicó en Pachuca, allí fue nombrado director el ingeniero de minas Mauricio Arriaga.⁵²⁶ Sin embargo la escuela ya había dejado de funcionar para 1864.

José Miguel Mariano de Jesús Joaquín Velázquez de León Quijano, conocido como Miguel Velázquez de León, nació en la Ciudad de México el 22 de noviembre de 1830. Ingresó al Colegio de Minería en 1842, cursando la cátedra de química en 1845 con Manuel Herrera y mineralogía el año siguiente con Antonio del Castillo. En el año de 1847, partió hacia Zacatecas para hacer sus prácticas. Concluidas éstas, fue contratado en el Mineral de Fresnillo.⁵²⁷

Posteriormente, a principios de la década del 50, Velázquez de León se encontraba en la Ciudad de México participando en la organización de la primera escuela de agricultura de México, junto con Leopoldo Río de la Loza, Benigno Bustamante, Juan Bustillos y su tío Joaquín Velázquez de León.⁵²⁸ En el año de 1852, fue nombrado preparador de química y sustituto de la cátedra de mecánica aplicada a las minas. Además, en determinados años

⁵²³ *El Minero Mexicano* VII, 26 (26 de agosto de 1880), pp. 304-307

⁵²⁴ *El Minero Mexicano* VII, 27 (2 de septiembre de 1880), pp. 318-320

⁵²⁵ *El Minero Mexicano* VII, 28 (9 de septiembre de 1880), pp. 328-330

⁵²⁶ AHPM. 1863, 203, d.6, f. 1.

⁵²⁷ Ramírez S. (1902). *Estudio biográfico del señor don Miguel Velázquez de León*. México: Imprenta de Ignacio Escalante, pp. 12 y 18.

⁵²⁸ Cervantes M. (9 de mayo de 1850). "Esposición con que se dirigió al supremo gobierno el plan de estudios para el establecimiento de la carrera agrícola". *El Universal* III, 540, p. 3.

fungiría como sinodal en los exámenes públicos de química y de mineralogía.⁵²⁹ También fue nombrado, catedrático de topografía de la Escuela de Agricultura.⁵³⁰

Las actividades científicas de Velázquez de León se desarrollaron paralelamente a su labor docente. En 1850 fue nombrado socio de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística,⁵³¹ incorporándose a la comisión de observaciones meteorológicas.⁵³² En 1851, supervisó la construcción de un aparato que suministraría aire a un globo aerostático, en el cual ascendería Manuel Gómez de la Puente.⁵³³ Ese mismo año fue nombrado parte de una comisión calificadora de la industria fabril de una exposición general llevada a cabo en la Ciudad de México.⁵³⁴ En 1852, Miguel Velázquez de León hizo observaciones sobre los análisis de agua potable de Querétaro hechos por Carlos Marroquín, concluyendo que el agua no debería dársele el calificativo de potable.⁵³⁵

La Escuela Práctica de Minas en Fresnillo, Zacatecas se estableció en 1853. Esta institución sería anexa al Colegio de Minería, pues allí harían sus estudios prácticos terminales los ingenieros de minas. Se nombró a Miguel Velázquez de León junto con Antonio del Castillo y Pascual Arenas, catedráticos de esta escuela.⁵³⁶ Velázquez de León fue nombrado profesor de metalurgia y director de esta escuela. Él sería el encargado de dirigir y supervisar las expediciones de los alumnos a las haciendas de beneficio y a las minas. En 1859, se ocupó, junto con sus discípulos, de hacer una clasificación mineralógica con las muestras de las minas visitadas durante 1858, o sea las de La Peñuela, Guadalupe, San Dimas,

⁵²⁹ *El Universal* XII, 262 (17 de noviembre de 1854), p. 1; y *El Siglo Diez y Nueve* VIII, 1264 (28 de noviembre de 1854), p. 1.

⁵³⁰ Ramírez, *op. cit.*, p. 19

⁵³¹ *El Universal* III, 622 (30 de julio de 1850), p. 3.

⁵³² *El Siglo Diez y Nueve* VI, 1123 (25 de enero de 1852), p. 3

⁵³³ *El Siglo Diez y Nueve* V, 1013 (9 de octubre de 1851), p. 1026.

⁵³⁴ *El Monitor Republicano* 2352 (29 de octubre de 1851), p. 4.

⁵³⁵ Ramírez, 1890, p. 360.

⁵³⁶ *El Universal* X, 154 (1º de enero de 1854), p. 3.

Santa Isabel, San Nicolás, El Encino, El Socorro, San José, El Arroyito y Los Tajos (también llamada El Promontorio).⁵³⁷

A finales de 1860, se suprimió la Escuela Práctica de Fresnillo. Miguel Velázquez de León se trasladó a Guanajuato, lugar donde hicieron su práctica algunos alumnos del Colegio de Minería como Pedro López Monroy.⁵³⁸

Concluida su labor docente, tuvo diversas ofertas en el sector productivo. De esta forma fue nombrado director de los negocios mineros en el Mineral de los Ángeles, y, después, de las salinas de Chichimequillas. Allí, bajo su dirección, hicieron sus prácticas los alumnos del Colegio de Minería Joaquín M. Ramos y Francisco de P. Zárate. Estos alumnos posteriormente se integrarían a empresas mineras en Zacatecas.⁵³⁹ Hacia 1873, Velázquez de León formaba parte de la junta directiva de la sociedad restauradora de la mina “No Pensada”,⁵⁴⁰ y era socio de las minas de Asientos, ambas en Aguascalientes, estado donde fijó su residencia, en la Hacienda del Pabellón.⁵⁴¹ En 1879, fue nombrado socio corresponsal en Aguascalientes de la Sociedad Agrícola Mexicana.⁵⁴² En 1881 emprendió el proyecto de escribir una obra sobre la historia de la minería en Aguascalientes, la cual se publicó por partes en *El Minero Mexicano*.⁵⁴³

En el año de 1889, los dos hijos de Miguel Velázquez de León, Joaquín y Juan Luis, se recibieron como ingenieros topógrafos e hidromensores.⁵⁴⁴ Un año después, el 21 de

⁵³⁷ Ramírez, 1902, pp. 41 y 42.

⁵³⁸ *El Minero Mexicano* VII, 28 (9 de septiembre de 1880), p. 328.

⁵³⁹ Este hecho que menciona Santiago Ramírez, nos indica que, durante la supresión de la Escuela Práctica de Minas, los alumnos hacían sus prácticas directamente en alguna negociación minera, tal y como se hacía antes de la creación de esta escuela anexa. Ramírez, *op. cit.*, pp. 55 y 56.

⁵⁴⁰ Elizaga L. (17 de julio de 1873). “No Pensada”. *El Minero Mexicano* I, 15, p. 1.

⁵⁴¹ *El Correo del Comercio* 1351 (2 de diciembre de 1875), p. 2.

⁵⁴² Romero, M. “Sociedad Agrícola Mexicana”. *El Siglo Diez y Nueve* 76, 12448 (26 de diciembre de 1879), p. 2.

⁵⁴³ *El Minero Mexicano*, VIII, 19 (7 de julio de 1881), p. 230.

⁵⁴⁴ *El Instructor* 4 (1º de agosto de 1889), p. 8

diciembre de 1890, Miguel Velázquez de León falleció en la Ciudad de México, a los 60 años de edad.⁵⁴⁵



Figura 13. Miguel Velázquez de León (Ramírez, 1902)

La Escuela de Ingenieros permaneció varios años sin el anexo de una escuela práctica. En 1874, Santiago Ramírez, referente a este asunto expresó que:

...es indispensable el establecimiento de un laboratorio provisto de los útiles suficientes, á fin de que cada alumno tenga a su disposición los reactivos y aparatos que necesite para emprender cualquier estudio, desempeñar cualquier trabajo y vencer cualquiera dificultad. Es igualmente necesario el establecimiento de un pequeño gabinete en que se tengan colocadas y clasificadas una colección mineralógica, para ayudarse en el estudio de los minerales recogidos, y otra geológica para la clasificación de las rocas encontradas...⁵⁴⁶

En la Ley de Instrucción Pública de 1874, en la que se decretaba el restablecimiento de la Escuela Práctica de Minas de Pachuca, se publicaron algunos artículos relacionados con la enseñanza de la química que allí se llevaría a cabo:

⁵⁴⁵ Ramírez, Santiago. “El Sr. D. Miguel Velázquez de León”. *El Tiempo* 2198 (31 de diciembre de 1890), p. 1.

⁵⁴⁶ Ramírez, Santiago. “La Escuela Práctica de Minas (II)”. *El Minero Mexicano* I, 43 (29 de enero de 1874), pp.1 y 2.

Art.59. Los Ensayadores y Apartadores harán los mismos estudios que los Beneficiadores.

Art.60. Los [estudios] profesionales serán:

Química mineral, análisis química, docimasia, mineralogía

Art 61. Para los estudios prácticos, además de los que los alumnos hagan en los cursos de química, análisis y docimasia, que serán teórico-prácticos, harán los especiales de ensaye y apartado, en los términos que señale el reglamento respectivo...⁵⁴⁷

En 1877 se reabrió la Escuela Práctica de Minas de Pachuca. El curso de metalurgia se inauguró a principios de 1878 y el profesor designado fue José María César, quien desde 1867 hasta 1876 se había desempeñado como profesor de Química analítica y aplicada en la Escuela de Ingenieros.⁵⁴⁸ César también fue nombrado director de esta escuela. Los cursos en la Escuela Práctica de Pachuca, que se denominaban “laboreo de minas” y “metalurgia”,⁵⁴⁹ eran exclusivos para la carrera de Ingeniero de minas.⁵⁵⁰ Una de las primeras acciones que se hicieron en esta escuela fue el establecimiento de una hacienda modelo de beneficio.⁵⁵¹

En los cuadros 2.15 a 2.18 se presentan los programas de la cátedra de Metalurgia elaborados por el profesor José Ma. César para los años de 1878, 1882, 1887 y 1899.

Cuadro 2.15. Programa de la cátedra de Metalurgia de 1878

En el primer periodo escolar que será de seis meses, se hará la práctica de la metalurgia en la hacienda de beneficio de la Escuela, empleando cuatro días por semana y destinando las horas diarias que se necesiten, para dar término á una operación metalúrgica distribuyendo dicha operación entre los alumnos que de una manera material deben verificarla, turnándose por semanas en el cuidado y manejo de la maquinaria de la hacienda.

La expresada práctica metalúrgica consistirá en el beneficio de metales, por procedimientos, tanto de los que se aplican en número limitado en la República, cuanto de los que aun no se han adoptado.

⁵⁴⁷ “Escuela de Ingenieros”. *El Minero Mexicano* II, 34 (3 de diciembre de 1874), p. 422

⁵⁴⁸ AHPM. 1878, 207, d.19, f.1.

⁵⁴⁹ No obstante, en la Escuela Especial de Ingenieros, en la Ciudad de México, permanecieron las oficinas metalúrgicas. En 1878, Antonio del Castillo dirigió una carta a los Ministros de México en la que les informaba que los beneficiadores de México se ven obligados a comprar el mercurio a los especuladores europeos. Para contrarrestar esto, proponía introducir en las oficinas metalúrgicas los aparatos de destilación y el método empleado en la Escuela. AHPM. 1878, 207, d.16, f. 2.

⁵⁵⁰ AHPM. 1878, 207, d.26, f. 1 y 2

⁵⁵¹ AHPM. 1878, 207, d.32, f. 4.

Los dos últimos días de cada semana, se destinarán á la cátedra teórico práctica, que durará dos horas, adoptando las obras de texto que más aceptación tengan, así por su extensión, como por estar al alcance de los descubrimientos moderno.

El segundo periodo del año escolar que será de los cuatro meses últimos, se destinará al estudio comparativo de las oficinas metalúrgicas de mas importancia en la República.

Fuente: AHPM. 1878

Cuadro 2.16. Programa de la cátedra de Metalurgia de 1882

- 1o. En los primeros cuatro meses del año, estudio teórico y práctico á la vez, del beneficio de minerales de plata por el sistema de patio ó amalgamación americana
- 2o. En los dos meses siguientes, estudio teórico-práctico del sistema de tonel ó método de Freyberg
- 3o. Estudio teórico-práctico de fundición de minerales en la variedad que la Escuela pueda proporcionarse, dedicando dos meses para estas operaciones
- 4o. Expedicionar visitando las oficinas metalúrgicas que tengan algun interés al adelanto de la ciencia del ramo, dedicando otros dos meses
- 5o. Aplicaciones prácticas de la parte mecánica relativa, para estudio comparativo de las máquinas que el metalurgista debe emplear

Fuente: AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Prácticas de campo, 1882

Cuadro 2.17. Programa de la cátedra de Metalurgia de 1891

Beneficio de los metales argentíferos por vía húmeda (amalgamación), beneficio por patio, cazo, toneles, panes, lixiviación y el reformado por la escuela
Sistema de lavaderos y el perfeccionado por la escuela.
Sistema de capellinas para la separación de los metales en el azogue
Clasificación de los minerales propios é impropios para las amalgamas.
Beneficio de los metales por el sistema de reverberos.
Combustibles en general y determinación de los elementos industriales.
Fundiciones combustibles que se emplean, sistemas de hornos, hornos catalanes, altos hornos, semi-altos, hornos alemanes, castellanos, sistema francés, americanos.

Fuente: Programa de los Cursos para el año escolar de 1891 de las Escuelas dependientes de la Secretaría de Fomento

Cuadro 2.18. Programa de la cátedra de Metalurgia de 1899

Generalidades. Relaciones entre la metalurgia y la química, propiedades físicas de los metales, ligas metálicas, agentes metalúrgicos, aparatos metalúrgicos, propiedades de los combustibles, nociones fundamentales de termoquímica y electroquímica, procedimientos metalúrgicos (combustión, calcinación, fusión, reducción, oxidación, reverberación, cementación, procedimientos mecánicos y por vía húmeda).
Procesos metalúrgicos. Propiedades físicas y químicas, usos, estadísticas y procedimientos de extracción de los metales de mayor interés (cobre, plomo, plata y oro), tratamientos metalúrgicos especiales (platino, cinc, cadmio, estaño, arsénico, antimonio, níquel, cobalto y aluminio), así como desarrollo de nuevas explotaciones.
Electrometalurgia. Generadores de energía eléctrica (químicos, térmicos y mecánicos), acumuladores, instrumentos y métodos de medida, relaciones entre la termoquímica y la electroquímica, métodos metalúrgicos electrolíticos y electrotérmicos (cobre, plata, oro, cinc, níquel, antimonio y estaño), hornos eléctricos, productos diversos obtenidos por métodos análogos a los electrometalúrgicos (cloro, hipocloritos, carburos, esmeriles, grafitos).
Química metalúrgica. Determinaciones analíticas (reactivos, aparatos, operaciones, productos metalúrgicos, materiales refractarios, aguas combustibles y cálculos.

Hierro y acero. Propiedades físicas y químicas, clasificación, estadísticas, yacimientos minerales y estado actual de la siderúrgica en México, hierro maleable (métodos de extracción, fundición, afinación), procedimientos de preparación del acero.

Fuente: Aceves, 1997

Dentro de los métodos de extracción de metales que se mencionan en estos planes se encuentran el de patio y el de toneles, los cuales se mencionan en 1882.⁵⁵² Estos métodos se vuelven a aludir en 1891, pero se añaden el de cazo, el de panes, el de lixiviación, el de lavaderos, el de capellinas, el de reverberos, así como un método reformado por la escuela. También se menciona el estudio de fundiciones en diferentes tipos de altos hornos.⁵⁵³

Las operaciones metalúrgicas se estudiaban de manera práctica en esta escuela, así como en compañías cercanas a ésta. A finales del siglo XIX, en Pachuca, en las haciendas de beneficio se practicaban el método de patio, el de toneles, el procedimiento de Krönke, el de panes continuos patente de Boss, y un método patentado por el profesor César.⁵⁵⁴

En 1897, se decretó que el curso de metalurgia debía poner énfasis en los estudios concernientes a los metales de mayor explotación en el país.⁵⁵⁵ En el plan de 1899, se incluye el estudio de la termoquímica y la electroquímica aplicada a la metalurgia. Según este plan, los metales de mayor interés eran el cobre, el plomo, la plata y el oro, por esta razón sus tratamientos metalúrgicos eran los primeros en estudiarse. No obstante, también se hacían estudios sobre la extracción de otros metales como el platino, el zinc, el cadmio, el estaño, el arsénico, el antimonio, el níquel, el cobalto, el aluminio y algunas aleaciones. En el plan de 1899, también se le da especial atención a la metalurgia del hierro y del acero.

⁵⁵² AHUNAM. ENI. Académico. Planes y programas de estudio. Prácticas de campo, 1882, caja 22, exp. 1, fs. 1 y 2.

⁵⁵³ *Programa de los Cursos para el año escolar de 1891 de las Escuelas dependientes de la Secretaría de Fomento*. México: Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1891, pp. 148. AHUNAM. ENI. Dirección. Informes y Reglamentos, 1892, caja 7, exp. 10, f. 225.

⁵⁵⁴ Sánchez, Rangel, y González, *loc. cit.*

⁵⁵⁵ Ramos Lara, *op. cit.*, pp. 85 y 86.

El profesor José María César ingresó al Colegio de Minería en el año de 1854.⁵⁵⁶ El 30 de junio de 1858 se recibió como Ensayador y como Agrimensor e hidromensor.⁵⁵⁷ En 1861, fue nombrado sustituto de cátedras en el Colegio de Minería.⁵⁵⁸ En 1865, participó, junto al ingeniero José María Montoya en la triangulación, nivelación y levantamiento del plano del camino de la ciudad de Orizaba a la ciudad de Puebla.⁵⁵⁹ Hacia el año de 1867, ya era catedrático y preparador del curso de Química y análisis químico en el Colegio de Minería, el cual, a finales de ese año, ya se constituiría como Escuela Especial de Ingenieros.⁵⁶⁰ César, también se desempeñó como profesor de esta asignatura al menos en 1868,⁵⁶¹ 1871,⁵⁶² 1873⁵⁶³ y 1874.⁵⁶⁴ Desde 1871 también se desempeñaba como secretario de la Escuela⁵⁶⁵ y en 1875 como profesor interino de la clase de Geodesia y Astronomía Práctica en sustitución de Francisco Díaz Covarrubias.⁵⁶⁶ En 1872, se encargó de la presidencia de la Escuela Nocturna para Adultos Zaragoza.⁵⁶⁷ En el año de 1877 fue nombrado director y profesor de Metalurgia en la recién inaugurada Escuela Práctica de Minas de Pachuca,⁵⁶⁸ este curso dio comienzo en 1878.⁵⁶⁹ César fue profesor de esta disciplina el resto del siglo XIX. En 1873, publicó un libro denominado *Ensayes Minerales*, que era:

⁵⁵⁶ AHPM. 1863, 203, d. 7, f. 2; y *El Siglo Diez y Nueve* 16, 2859 (10 de noviembre de 1856), p. 2.

⁵⁵⁷ Velázquez de León, Joaquín. "Lista de los alumnos que han sido examinados y aprobados en las profesiones que se siguen en este colegio". *La Sociedad* II, 253 (10 de septiembre de 1858), p. 3

⁵⁵⁸ AHPM. 1861, 202, d. 14, f. 9.

⁵⁵⁹ *La Sociedad* IV, 668 (21 de abril de 1865), p.3

⁵⁶⁰ AHPM. 1867, 204, d.6, f.28

⁵⁶¹ AHPM. 1868, 204, d.8, f.8.

⁵⁶² Pérez, Juan E. *Almanaque de las Oficinas y Guía de Forasteros*. México: Imprenta del Gobierno, en Palacio, 1871, p. 55.

⁵⁶³ Pérez, Juan E. *Segundo Almanaque Estadístico y Guía de Forasteros*. México: Imprenta del Gobierno, en Palacio, 1873, p. 141; y *El Minero Mexicano* I, 29 (23 de octubre de 1873), p. 11

⁵⁶⁴ Pérez, Juan E. *Almanaque Estadístico de las Oficinas y Guía de Forasteros. Tercer Año*. México: s. e., 1874, p.69.

⁵⁶⁵ Pérez, 1871, p. 55

⁵⁶⁶ AHPM. 1875, 205, d.29, f.1.

⁵⁶⁷ *El Siglo Diez y Nueve* 54, 9905 (20 de febrero de 1872), p. 2

⁵⁶⁸ AHPM. 1877. 206, d.5, f. 1.

⁵⁶⁹ AHPM. 1878. 207, d.19, f.1.

...un pequeño tratado de Docimasia, en el cual con suma claridad y observando un método rigurosamente científico, señala los mejores procedimientos y establece las reglas más sencillas para hacer el ensayo de los minerales. El opúsculo del Sr. César está ilustrado con grabados que representan los útiles y los hornos de que se usa en esta clase de operaciones, y ha tenido, además, la feliz idea de acompañar á los ejemplares de su obra, que se venden empastados, una colección de minerales de que se ocupa en ella.⁵⁷⁰

José Ma. César, aparte de sus actividades académicas, hizo varias contribuciones a la minería local, por ejemplo, en 1881 hizo el reparto de demasías entre las minas de la negociación de Santa Gertrudis y las colindantes.⁵⁷¹ También, junto con Joaquín González⁵⁷² rindió un informe sobre la mina San Rafael del Trompillo en Pachuca.⁵⁷³

2.1.7 Participación de ingenieros egresados de la Escuela Nacional de Ingenieros en algunas instituciones de provincia

Conforme fue transcurriendo el siglo XIX, fueron apareciendo otras instituciones de educación superior en provincia que en algunos casos, por las necesidades académicas de la institución, fueron ocupando las plazas de profesor de química los egresados de las instituciones de la Ciudad de México, como el Colegio de Minería.

La institución que albergó por primera vez, después del Real Seminario de Minería, la carrera de Minería y con ello el estudio a nivel superior de la química y la mineralogía fue el Colegio de Guanajuato. Alrededor de 1827, durante el gobierno de Carlos Montes de Oca, se crearon estos estudios y los gabinetes y laboratorios para el estudio de las ciencias

⁵⁷⁰ “Útil publicación”. *El Minero Mexicano* I, 24 (18 de septiembre de 1873), pp. 8.

⁵⁷¹ Sánchez, P.C., M. Rangel, e I.O. González. (1897). “Reseña Histórica”. *El mineral de Pachuca*. José G. Aguilera. México: Instituto Geológico de México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, pp. 14 y 163.

⁵⁷² En el informe se acredita a Joaquín González como profesor de matemáticas y química en el Instituto Literario (sin embargo, no mencionan de qué ciudad).

⁵⁷³ César, J. M. y González, J. (8 de mayo de 1879). “Informe pericial y avalúo de la mina de San Rafael”. *El Minero Mexicano* VI, 32, p. 376.

naturales. En la tercera enseñanza, o sea la profesional para la carrera de Minería, la cual se abrió en febrero de 1828, se fundaron las cátedras de matemáticas mixtas, física experimental, química, y mineralogía y geología.

Los catedráticos fundadores para las clases de química y mineralogía fueron Pío Septién (†1865) y Juan Méndez, respectivamente. Ambos eran egresados del Colegio de Minería. Septién cursó química con Manuel Coter y mineralogía con Manuel Herrera, mientras que Méndez tuvo al mismo profesor de química y en mineralogía fue discípulo de Andrés del Río. Con este catedrático hizo algunas investigaciones en el área de la química y la mineralogía y lo sustituyó en su cátedra en 1821. José María Alcocer, otro egresado del Colegio de Minería, fue nombrado sustituto de todos los catedráticos de la carrera de Minería y profesor de delineación en Guanajuato.⁵⁷⁴ Tanto Septién⁵⁷⁵ como Méndez, tuvieron una larga trayectoria académica en Guanajuato, pues en 1857 todavía estaban acreditados como profesores del Colegio de esta ciudad⁵⁷⁶. Durante varios años. Septién, también fue el encargado de la Casa de Moneda de esa ciudad⁵⁷⁷ e hizo estudios sobre las minas de los alrededores de Guanajuato;⁵⁷⁸ asimismo era socio de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística.⁵⁷⁹

Sin embargo, desde antes de la incorporación de Septién, Méndez, y Alcocer al Colegio de Guanajuato, otros egresados del Colegio de Minería ya habían sido profesores en

⁵⁷⁴ Lanuza A. (1924). *Historia del Colegio del Estado de Guanajuato*. México: M. León Sánchez., pp. 76, 94 y 95.

⁵⁷⁵ Pío Septién también fue profesor de física y de geografía y cosmografía en el Colegio de Guanajuato. *El Universal* XII, 347 (10 de febrero de 1855), p. 3.

⁵⁷⁶ *Diario de Avisos* I, 128 (3 de abril de 1857), p. 3.

⁵⁷⁷ Ramírez, *op. cit.*, p. 451.

⁵⁷⁸ Septién y Villaseñor, J. A. (1875). *Memoria estadística del Estado de Querétaro precedida de una noticia histórica que comprende desde la fundación del mismo hasta el año de 1821*. Querétaro: Tipografía González y Legarreta, pp. 260 y 261.

⁵⁷⁹ *La Sociedad* IV, 669 (24 de octubre de 1859), p. 1.

esta institución. Tal fue el caso de José Rojas, quien probablemente fue el primer egresado que impartió alguna clase de química fuera del Colegio de Minería. A él le fue concedida la cátedra de matemáticas del Colegio de Guanajuato en 1799. Estando Rojas en esta ciudad, impartió clases privadas de química auspiciadas por los ricos de la localidad. Rojas tuvo como alumnos a los hermanos José Bustamante y Miguel María Bustamante, quienes después tendrían alguna influencia en la enseñanza de las ciencias en su estado natal. Este último también fue alumno de Andrés del Río en la Ciudad de México.⁵⁸⁰

Hacia mediados del siglo XIX, durante el rectorado de José Guadalupe Romero se estableció la carrera de Ensayador de Minerales en el Colegio de Guanajuato para lo cual sólo era menester haber estudiado Química con aprovechamiento y haber practicado las operaciones de ensaye durante cuatro meses a satisfacción del Ensayador principal del Estado. En el año de 1870, ya se ofrecían las carreras de Ingeniero de minas, que contemplaba las materias de química mineral y elementos de orgánica, de mineralogía, de análisis químico y docimasia y de explotación de minas y metalurgia, entre otras; de Metalurgista, cuyo plan involucraba las clases de análisis químico, de docimasia, de mineralogía y de metalurgia; y la de Ensayador en la que se llevaban los mismos cursos de química que en la de Metalurgista excepto el de metalurgia.⁵⁸¹ Entre 1865 y 1867, Diego Velázquez de la Cadena, quien había sido profesor de la Escuela Práctica de Fresnillo, era director y titular de la cátedra de “Análisis Químico” en esta institución.⁵⁸² Otros ingenieros del Colegio de Minería que se desempeñaron como profesores durante el tiempo del Segundo Imperio en esta misma

⁵⁸⁰ Lanuza, *op. cit.*, pp. 48 y 49

⁵⁸¹ *Ibidem*, pp. 259-260.

⁵⁸² *Anuario del Colegio y Escuela de Minas de Guanajuato*. Guanajuato: Tipografía a cargo de Félix María Conejo, 1865, pp. 10-11

institución fueron Teodoro Laguerenne (química); Pedro López Monroy (metalurgia y mineralogía⁵⁸³) y Manuel Urquiza (explotación de minas).⁵⁸⁴

El ensayador y médico Ignacio Hierro le dio un impulso importante a la enseñanza de la química como director del Instituto Literario de García de Zacatecas y como profesor de esta disciplina. El ensayador e ingeniero de minas Francisco del Villar, quien también fue preparador y profesor sustituto de química del Colegio de Minería durante el imperio, se desempeñó como profesor de química general dentro de los estudios preparatorios del Instituto Literario del Estado de México en la década del 70.⁵⁸⁵ A su vez, Baltazar Muñoz en 1892 fue nombrado director del Instituto Científico y Literario de Pachuca,⁵⁸⁶ lugar donde impartió conocimiento de materiales y construcción⁵⁸⁷, historia natural⁵⁸⁸ y mineralogía, geología y paleontología.⁵⁸⁹

En Jalisco también hubo participación de los ingenieros egresados del Colegio de Minería en cursos de química y mineralogía, como el caso de Juan Ignacio Matute, quien cursó en 1845 la cátedra de química con Manuel Herrera,⁵⁹⁰ y fue profesor de mineralogía y geología en 1885, 1886, 1889, 1890, 1893 y 1894 y de metalurgia y laboreo de minas en 1891 y 1892 en la Escuela de Ingenieros de Jalisco y de mineralogía en la Sociedad de Ingenieros de Jalisco en 1877. Rafael Salazar, ingeniero de minas de la Escuela Especial de Ingenieros, egresado en la década del 70, impartió metalurgia en 1885 y 1886; metalurgia y

⁵⁸³ López Monroy fue profesor de Mineralogía en el Colegio de Guanajuato de Severo Navia, quien se desempeñó como químico e hizo descubrimientos de minerales en Guanajuato. Ídem.

⁵⁸⁴ *Lista en que constan los nombres de los mexicanos que en el Estado de Guanajuato traicionaron a su patria sirviendo a la invasión extranjera, y secundando sus inicuas miras al pretender dar prestigio y estabilidad al maniquí de Napoleón III, Maximiliano de Austria*. Guanajuato: Hernández Hermanos, 1867, pp. 59 y 63.

⁵⁸⁵ González Vargas, y Ramos Lara, *op. cit.*, p. 303.

⁵⁸⁶ *El Siglo Diez y Nueve* 16,342 (25 de febrero de 1892), p. 3.

⁵⁸⁷ “El Instituto Científico de Pachuca”. *El Siglo Diez y Nueve* 16,305 (13 de enero de 1892), p. 3.

⁵⁸⁸ “Instituto Científico y Literario”. *La Voz de México* XXV, 6 (10 de enero de 1894), p. 3.

⁵⁸⁹ “Profesores”. *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Hidalgo* XXXIV, 4 (12 de enero de 1901), p. 1

⁵⁹⁰ Ramírez, *op. cit.*, p. 321.

laboreo de minas en 1889, 1890, 1893 y 1894; y mineralogía y geología en 1891 y 1892 en la Escuela de Ingenieros. Luciano Blanco (1833-1908), quien era originario de Burdeos, Francia, se tituló de ensayador en el Colegio de Minería en 1853 y fue profesor de Química industrial en la Sociedad de Ingenieros de Jalisco en 1877 y de Química y análisis en la Escuela Libre de Ingenieros de Guadalajara en 1902.⁵⁹¹

A su vez Joaquín Mendízabal y Tamborrel fue nombrado profesor de Física, Química y Meteorología en la Escuela Naval Militar en sustitución de Manuel A. Macías.⁵⁹² La información se presenta en el cuadro 2.19.

Cuadro 2.19. Profesores de Química egresados de Colegio de Minería y Escuela de Ingenieros que impartieron clases en provincia

Profesor	Formación	Cátedra	Año(s)	Estado	Institución
José Rojas	Perito Facultativo de Minas	Química	1804	Guanajuato	Lecciones privadas
Pío Septién	Perito Facultativo de Minas	Química	1828-1865	Guanajuato	Colegio del Estado
Juan Méndez	Perito Facultativo de Minas	Mineralogía	1834-1857	Guanajuato	Colegio del Estado
Pedro López Monroy	Ingeniero Topógrafo	Mineralogía y metalurgia	1864-1867	Guanajuato	Colegio del Estado
Teodoro Laguerenne	Ingeniero de Minas	Química	1865	Guanajuato	Colegio del Estado
Diego Velázquez de la Cadena	Ensayador	Análisis químico	1865-1867	Guanajuato	Colegio del Estado
Ignacio Hierro	Ensayador	Química	1868-1900	Zacatecas	Instituto Literario
Francisco del Villar	Ensayador e Ingeniero de Minas	Química	1870-1871	Estado de México	Instituto Científico y literario
Luciano Blanco	Ensayador	Química Industrial	1877	Jalisco	Sociedad de Ingenieros
Rafael Salazar	Ingeniero de Minas	Metalurgia	1885-1894	Jalisco	Escuela de Ingenieros
Rafael Salazar	Ingeniero de Minas	Mineralogía	1891 y 1892	Jalisco	Escuela de Ingenieros
Juan Ignacio Matute	Ingeniero de Minas	Mineralogía	1885-1894	Jalisco	Escuela de Ingenieros
Juan Ignacio Matute	Ingeniero de Minas	Metalurgia	1893 y 1894	Jalisco	Escuela de Ingenieros

⁵⁹¹ Torre de la Torre, F. (2010). *La ingeniería en Jalisco en el siglo XIX*. 2ª ed. Guadalajara: Universidad de Guadalajara-CETI- CICEJ-Gobierno de Jalisco, pp. 131, 155, 156, 219, 225, 280

⁵⁹² “Noticias militares” (3 de septiembre de 1898). *El Tiempo*, p. 3.

Joaquín Mendízabal y Tamborrel	Ingeniero topógrafo e Ingeniero geógrafo	Física, química y meteorología	1898	Veracruz	Escuela Naval Militar
Baltazar Muñoz		Mineralogía	1901	Hidalgo	Instituto Científico y Literario de Pachuca
Luciano Blanco	Ensayador	Química y Análisis	1902	Jalisco	Escuela Libre de Ingenieros.

Fuente: elaboración propia

2.2 La Escuela de Medicina

2.2.1 Reformas a los estudios de medicina en la Época Colonial

En el año de 1578 se impartió la primera cátedra de medicina en México. La carrera de medicina, desde su establecimiento, se integraba por las materias de “prima de medicina”, “vísperas de medicina”, “método medendi”, “anatomía y cirugía” y “astrología y matemáticas”. En las cátedras se leían a los autores clásicos y solamente el maestro era quien hablaba.⁵⁹³

Este modo de impartir las cátedras de la carrera de medicina y las mismas cátedras fueron las que perduraron hasta principios del siglo XIX. Sin embargo, por esas fechas ya se buscaba reformar los estudios de medicina.

Por otro lado, las personas que querían obtener el título de farmacéutico solo tenían que ser examinados por el Protomedicato a quienes se les exigía nociones de latinidad y que tuvieran algunos años de práctica en una botica.⁵⁹⁴

Dentro de las Reformas Borbónicas, se pretendía romper con la educación tradicionalista que imperaba sobre la Universidad y las profesiones sanitarias en España. Uno de los cambios más notorios fue el establecimiento del Real Jardín Botánico de Madrid en

⁵⁹³ Rodríguez M. (1992). “La medicina científica y su difusión en Nueva España”. *Estudios de Historia Novohispana* 12, p. 182.

⁵⁹⁴ Noriega J. (1934). “Noticia histórica de la farmacia en México”. *La Farmacia*, 18, p. 212

1781. De este modo el estudio de la botánica representaba la incorporación de una ciencia moderna a la medicina. Además, el Real Tribunal del Protomedicato quedó dividido en las audiencias de medicina, de cirugía y de farmacia en 1780.⁵⁹⁵

Las medidas también habrían de aplicarse en Nueva España a través de la Real Expedición Botánica encabezada por el médico Martín de Sessé y el botánico Vicente Cervantes. Ellos debían ser incorporados como examinadores del Protomedicato.

Cervantes además tenía la misión de crear un Real Jardín Botánico y establecer dentro de éste una cátedra de botánica, los cuales se inauguraron en 1788. Desde entonces, los médicos, los cirujanos y los boticarios tenían que acreditar esa cátedra para titularse. Estas modificaciones encontraron una fuerte oposición tanto dentro de la Universidad como en el Protomedicato.⁵⁹⁶

El curso de botánica dictado por Vicente Cervantes incluía la enseñanza de los sistemas botánicos de Carlos Linneo y de Joseph Pitton de Tournefort y de la química moderna de Lavoisier. Como se mencionó anteriormente, el mismo Cervantes hizo la primera traducción al castellano del primer tomo del Tratado Elemental de Química de Lavoisier.⁵⁹⁷

Además parte de la práctica incluía que los médicos y los cirujanos analizaran las propiedades de las plantas en un hospital.⁵⁹⁸ También se dotó al Jardín de microscopios y termómetros.⁵⁹⁹

⁵⁹⁵ El Real Tribunal del Protomedicato era una institución que databa de al menos 1477, año en que vio la luz la “Ley básica del Tribunal del Real Protomedicato de Castilla”. Como lo menciona Campos Díez, ésta fue una medida centralista de los Reyes Católicos, sin embargo, antes de esta disposición ya había oficiales con competencias administrativas y judiciales para examinar, reexaminar y dar licencia a profesionales sanitarios como físicos, cirujanos, boticarios, ensalmadores, especieros, herbolarios, entre otros; además de estar autorizados para catar y mirar tiendas y boticas donde se venden medicinas. Campos Díez M. (1999). *El Real Tribunal del Protomedicato Castellano (siglos XIV-XIX)*. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, pp. 29-33.

⁵⁹⁶ Morales Cosme A. y Aceves Pastrana P. (1999). “El departamento de observación del Hospital General de San Andrés (1800-1803). Polémicas en torno a la posición política, la materia médica y el brownismo”. *LLULL*, 22, pp. 433 y 434

⁵⁹⁷ Aceves Pastrana P. (1992). *op. cit.*, pp. 139 y 140.

⁵⁹⁸ Morales Cosme A. y Aceves Pastrana P. (1999). *op. cit.*, p. 434.

⁵⁹⁹ Rodríguez M. (1992). *op. cit.*, p.185

El criollo José Antonio de Alzate y Ramírez expresó su rechazo en contra de los métodos de Linneo y Lavoisier, utilizados en la cátedra de botánica de Vicente Cervantes. Esto hizo que se suscitara una confrontación entre Alzate y Cervantes a través de la prensa, siendo la *Gazeta de México* la publicación que empleó el botánico español, mientras que Alzate utilizó principalmente sus *Gacetas de Literatura*.⁶⁰⁰

Sin embargo, en las mismas Gacetas de Alzate se terminó publicando en 1793 un discurso de Cervantes en el que habla extensamente de la química aplicada a la botánica:

En este sentido pudiera decirse, que el agua es únicamente el principio nutritivo de la planta; pero siendo imposible explicar y concebir su crecimiento por medio de esta substancia sola, porque suponiéndola indestructible no pudieran los vegetales alterarla, ni halláramos en su análisis mas principios que este líquido, deberémos convenir con los químicos modernos en que el agua no es un elemento, como se habia pensado, sino una substancia originada de la combinacion de otras dos, á que los mismos han convenido en llamar *ocsígeno é hidrógeno*, con respecto á las propiedades que gozan, el *ocsígeno* de construir los ácidos, y el *hidrógeno* de formar y ser la base principal del agua.

Las plantas, pues, absorviendo la humedad del aire y chupando el agua de la tierra, descomponen este líquido en los dos espresados principios; convirtiendo en substancia propia al *hidrógeno*, y espeliendo ó transpirando el *ocsígeno* por medio de sus fuerzas vitales. Esta virtud digestiva de las plantas, es un fenómeno singular y maravilloso, si consideramos la diferencia de resultados producidos de principios tan simples, y prueban sólidamente que todas poseen una virtud ó fuerza alterante, con la cual disponen y forman por medio de infinitas conbinaciones las diversas substancias que recogemos de ellas.

El aire es tambien un principio sin el cual no puede vivir el vegetable, bien que el que necesita para mantenerse es muy distinto de aquel que respiran los hombres y demás animales terrestres. Los esperimentos de *Pryestley*, *Ingenhonz* y *Sennebier*, ellos enseñan que el *aire flogisticado* ó *gas nitrógeno* en que perecen casi todos los animales, es el mas propio para mantener la vida de las plantas, dependiendo de esto que sean tanto más vigorosas, cuanta es mayor la cantidad que absorven de dicho

⁶⁰⁰ Aceves Pastrana P. (2004). “La renovación de la Farmacia en la Nueva España a finales del periodo colonial”. *An. R. Acad. Nac. Farm.* 70, p. 130.

fluido, el cual desprendiéndose copiosamente en la putrefacción de los vegetales y animales, se comprende la razón porque contribuyen tanto á la vegetación estas materias que hacen el fundamento principal de los abonos.

El *aire fijo* ú *ácido carbónico*, tan abundante en toda la naturaleza, sirve igualmente de nutrimento al vegetal, absorbiéndolo este y descomponiéndolo, cuando se halla en moderada cantidad; por este motivo es la vegetación muy oportuna, y puede emplearse con feliz suceso, para corregir en algunos lugares el exceso de *gas nitrógeno* ó *ácido carbónico* contenido en el aire atmosférico, el cual queda más puro y favorable á la respiración con la absorción de los primeros.⁶⁰¹

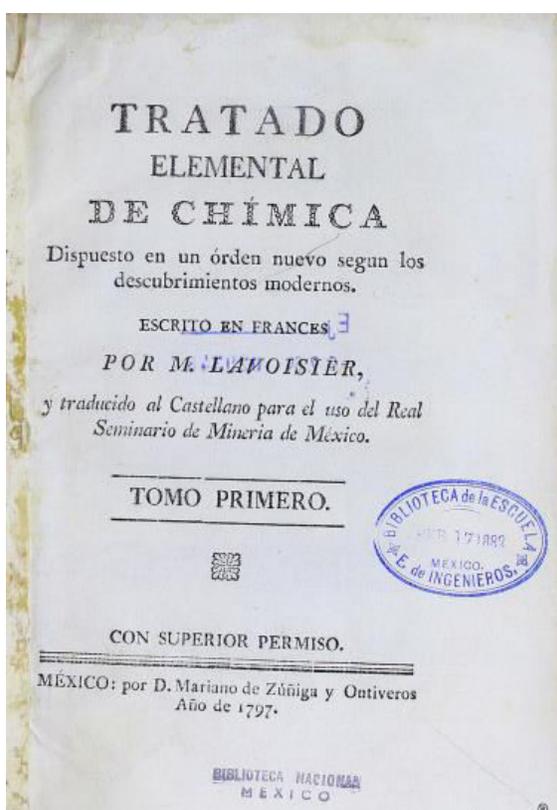


Figura 14. Traducción al castellano del Tratado elemental de química de Lavoisier por Vicente Cervantes

⁶⁰¹ “Oración que pronunció en la apertura del curso de botánica el día 1º de Junio de 1793 el Br. D. Manuel María Bernal, profesor de cirugía y discípulo de esta escuela, en el jardín del real palacio destinado interinamente á este efecto: compuesta por D. Vicente Cervantes, catedrático del real jardín botánico de México”. *Gacetas de Literatura de México*. Tomo Tercero. Por José Antonio de Alzate. Puebla: Reimpresas en la oficina del Hospital de S. Pedro, 1831, pp. 161 y 162.

Asimismo, Cervantes solicitó en 1804 al virrey José de Iturrigaray, que se creara una escuela de farmacia.⁶⁰² Además, manifestaba que era necesario que los médicos, los farmacéuticos y los cirujanos incluyeran el estudio de la química en sus planes curriculares.⁶⁰³ Sin embargo, a pesar de que Cervantes probó que la nueva escuela de farmacia podría sostenerse sin costo para el tesoro real,⁶⁰⁴ el Tribunal del Protomedicato argumentó que no había fondos,⁶⁰⁵ que no era conveniente separar la farmacia y la cirugía de la medicina⁶⁰⁶ y que los boticarios no necesitaban de estos estudios sino sólo conocer los simples: pesar, moler y cocer.⁶⁰⁷

Por otro lado, los historiadores mencionan a Luis José Montaña Carrancó (1755-1820) como un impulsor de algunas reformas en la enseñanza de la medicina. Montaña obtuvo los grados de Bachiller, Licenciado y Doctor en Medicina por la Real y Pontificia Universidad de México y desde 1777 el Real Tribunal del Protomedicato le otorgó el permiso para ejercer la medicina.⁶⁰⁸

Además, Montaña asistió a los cursos de botánica del Real Jardín Botánico y tuvo contacto con Vicente Cervantes, José Mariano Mociño y otros médicos naturalistas.

Desde finales del siglo XVIII se estableció en Madrid, por decreto de Carlos IV, una cátedra de clínica médica práctica. Por lo que, en Nueva España, el arzobispo de México Francisco de Lizana y Beaumont también solicitó al rey la autorización para que se impartiera

⁶⁰² Rodríguez M. (1997). "Legislación sanitaria y boticas novohispanas". *Estudios de Historia Novohispana* 17, p. 157.

⁶⁰³ Maldonado Polo J. (2000). "La expedición botánica a Nueva España, 1786-1803: el Jardín Botánico y la cátedra de botánica". *Historia Mexicana* L (1), p. 21.

⁶⁰⁴ Lanning J. (1997). *El Real Protomedicato. La reglamentación de la profesión médica en el imperio español*. México, D.F.: UNAM-Facultad de Medicina-Instituto de Investigaciones Jurídicas, p. 182.

⁶⁰⁵ Rodríguez M. (1997). *op. cit.* p. 157

⁶⁰⁶ Morales Cosme A., Aceves Pastrana P., Gómez Álvarez C., y González González E. (2006). "Los cirujanos-médicos en México, 1802-1838". *LLULL* 29, p. 102.

⁶⁰⁷ Rodríguez M. (1997). *op. cit.* p. 158.

⁶⁰⁸ Rodríguez de Romo A. (2005). "Luis José Montaña Carrancó". *Bol. Mex. His. Fil. Med.* 8 (2), p. 69.

en estas tierras. El mismo Carlos IV autorizó la cátedra en 1805, la cual fue legalizada por el claustro universitario en 1806. Esta cátedra inicialmente fue optativa, pero se volvió obligatoria para los estudiantes de medicina y de cirugía a partir de 1808. El doctor Montaña fue nombrado su catedrático y se impartía en el Hospital de San Andrés.⁶⁰⁹ También obtuvo la cátedra de “vísperas de medicina”, pero la perdió muy pronto, porque, en opinión de Rodríguez de Romo, “...era partidario de las ideas liberales que entonces había en Estados Unidos y de la filosofía moderna...”.⁶¹⁰

Izquierdo también menciona que Montaña se empeñó en que sus discípulos asistieran a las clases de química del Real Seminario de Minería para que aprendieran esa doctrina con base en el análisis químico de los “elementos primarios” o “cosas primeras”, y de los “principios” o “elementos secundarios”.⁶¹¹

Algunos autores mencionan que, en efecto, ciertos estudiantes de medicina y de otras profesiones sanitarias acudieron a la cátedra de química del Real Seminario de Minería como Leopoldo Río de la Loza, José Vargas, Julián Cervantes, Mariano Gutiérrez, Anastasio Bustamante, Casimiro Liceaga, José Varela y los mismos Luis José Montaña y Vicente Cervantes, entre otros.⁶¹²

2.2.2 Del Colegio de Medicina a la Escuela Nacional de Medicina

Durante la época del México independiente, el médico José Ignacio Durán menciona que las primeras reformas importantes fueron la de los decretos gubernamentales de 1830 y 1831, en los que se establecía en primer lugar el examen para los médicos nacionales y

⁶⁰⁹ Rodríguez M. (1992). *op. cit.*, p. 183

⁶¹⁰ Rodríguez de Romo A. (2005). *op. cit.*, p. 70

⁶¹¹ Izquierdo J. (1953). “Las lecciones del doctor don Luis José Montaña, profesor de vísperas de medicina de la Real y Pontificia Universidad de México”. *Gaceta Médica de México*, LXXXIII (5), p. 434.

⁶¹² Cárdenas Méndez J. (2012). *La enseñanza de la química en la Escuela Nacional de Ingenieros durante el siglo XIX* (Tesis de Licenciatura), UNAM-Facultad de Química, pp. 83 y 84.

extranjeros y en segundo la disolución del Protomedicato⁶¹³ para formar la Facultad Médica. La siguiente reforma, desde el punto de vista de este ilustre médico, sería la creación del Tercer Establecimiento de Ciencias Médicas dentro de las reformas decretadas por Gómez Farías en 1833.⁶¹⁴

Vicente Cervantes Mendo falleció en el año de 1829 y al quedar vacante la cátedra de botánica en el Jardín Botánico fue nombrado el farmacéutico José María Vargas para sucederlo. Vargas, al igual que Cervantes, fue un impulsor de la enseñanza de la farmacia en México, pues además de su cátedra de botánica, impartía una gratuita de farmacia teórico-práctica en la Botica del Refugio.⁶¹⁵ Por su parte Miguel Bustamante reemplazó a Cervantes como director del jardín.

El Jardín Botánico y la cátedra de botánica se anexaron al Colegio de Minería a partir de 1843, año en que se convirtió en Instituto de Ciencias Naturales y aunque la institución retomó su nombre original, el Jardín y la cátedra continuaron anexos a ese establecimiento,

⁶¹³ Entre los que firmaron a favor de la supresión del Protomedicato estuvieron José Vargas y Leopoldo Río de la Loza. Morales A. y Viesca C. (2016). “Farmacéuticos en transición: Academia y Farmacia en México de 1833 a 1865”. *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc.* 54 (1), p. 97.

⁶¹⁴ Durán J. (12 de julio de 1866). “Escuela de Medicina”. *El Mexicano*, 54, p. 431

⁶¹⁵ Noriega J. (1934). *op. cit.*, p. 213

siendo el catedrático Pío Bustamante y Rocha⁶¹⁶ hasta el año de 1861.⁶¹⁷ Pío Bustamante escribió el “Nuevo curso elemental de botánica” el cual se publicó en 1846.⁶¹⁸

En el Tercer Establecimiento de Ciencias Médicas se creó la cátedra de farmacia la cual le fue asignada a Vargas. Ésta se inauguró el 4 de diciembre de ese año.⁶¹⁹ Este profesor también concursó por la cátedra de química en el Colegio de Minería en ese mismo año quedando en segundo lugar, después del perito de minas Manuel Herrera. Vargas participó como sinodal en los exámenes públicos de química en esta institución durante muchos años.⁶²⁰

Vargas fue el catedrático de Farmacia de 1833 hasta 1875, año de su muerte.⁶²¹ Ese año fue sustituido por Esteban Chazarí y a partir de 1877 se ocupó de esta cátedra José Donaciano Morales.⁶²²

⁶¹⁶ Vega y Ortega Baez R. (2019). “Una ciencia tan útil como agradable. Los discursos del catedrático Pío Bustamante y Rocha: Ilustración y Romanticismo en la enseñanza botánica, 1845-1860”. *Revista del Colegio de San Luis* IX (18), p. 239.

⁶¹⁷ Aunque aún no se ha determinado con exactitud cuándo se cerró o dejó de funcionar el Jardín Botánico del Palacio, en años posteriores a 1861 se hablaba de que era necesario reabrirlo o fundar uno nuevo. En 1865, Leopoldo Río de la Loza hablaba en la Sociedad de las ventajas de los zoológicos y jardines botánicos por lo que solicitaba que se le hiciera pasar un oficio al Ministro de Fomento (en ese momento del Imperio) en el que le pedía que cuando fuera posible se estableciera un jardín botánico, un zoológico de aclimatación y una sociedad que se hiciera cargo de éstos. En el año de 1896, en una editorial del periódico *La Patria* se habla del proyecto inconcluso de establecerlo, y se habla de que el que estuvo alguna vez en el Palacio Nacional (el que se anexó al Colegio de Minería), no tenía las condiciones adecuadas para la aclimatación y que después se pensó en el Bosque de Chapultepec como el lugar para su establecimiento. Río de la Loza L. (21 de octubre de 1865) “Dictamen”. *Diario del Imperio*, p. 399 y “Jardín Botánico y de aclimatación, ¿lo tendremos?” (14 de octubre de 1896). *La Patria*, p. 1.

⁶¹⁸ “El Sr. D. Pío Bustamante y Rocha” (9 de octubre de 1886). *El Tiempo*, p. 3.

⁶¹⁹ Noriega J. (1934). *op. cit.*, 18, p. 213

⁶²⁰ Sánchez Ruiz J. e Islas Pérez V. (1997). *La evolución de la farmacia en México*. México: UNAM-FES Zaragoza, p. 45

⁶²¹ Martínez Barbosa X. y Zacarías Prieto J. (2014). *Libro de Juntas de Profesores de la Escuela Nacional de Medicina 1851-1853*. México, D.F.: UNAM, Facultad de Medicina, Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina, p. 6.

⁶²² Ruiz L. (1963). *Apuntes históricos de la Escuela Nacional de Medicina*. México: UNAM, p. 57.

Otra modificación fue la fusión de las carreras de médico y de cirujano, las cuales hasta ese momento se habían impartido de manera independiente en dos escuelas diferentes.⁶²³

Además, se estableció que quienes quisieran cursar la carrera de medicina tenían que acreditar un curso de química.⁶²⁴

De este modo se creaba una institución que podía otorgar de manera legal los títulos para la profesión de médico, pues hasta entonces sólo las universidades de México y de Guadalajara podían hacerlo.⁶²⁵

Por un decreto de noviembre de 1834, se suspendió el plan anterior. La institución cambió su denominación a Colegio de Medicina, y se establecieron nueve cátedras, entre las que se incluyó la de Elementos de Botánica y Farmacia.⁶²⁶

Fue hasta 1843, con las reformas de Manuel Baranda, que se estableció definitivamente una cátedra de química dentro del sexto año de los estudios preparatorios de los médicos. La cátedra de Farmacia era parte del segundo año de los estudios mayores. Leopoldo Río de la Loza, quien ingresó al Colegio de Medicina desde 1838 en calidad de “agregado”,⁶²⁷ y quien en 1841 había sustituido temporalmente al profesor José Vargas en la cátedra de Farmacia,⁶²⁸ fue asignado para la cátedra de química médica. En ese mismo año Río de la Loza fue nombrado catedrático de “Análisis en el laboratorio químico”. Río de la

⁶²³ Rodríguez M. (2008). *La Escuela Nacional de Medicina (1833-1910)*. México, D.F.: UNAM-Facultad de Medicina, Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina, p. 20

⁶²⁴ Urbán G. (2000). *La obra científica del doctor Leopoldo Río de la Loza*. México, D.F.: UAM-Xochimilco, p.60.

⁶²⁵ Durán J. (12 de julio de 1866). “Escuela de Medicina”. *El Mexicano*, 54, p. 430.

⁶²⁶ Río de la Loza M. (24 de febrero de 1892). “Algunos apuntes históricos sobre la enseñanza médica en la Capital”. *El Diario del Hogar*, p. 2.

⁶²⁷ Ruiz L. (1963). *op. cit.*, pp. 15-17.

⁶²⁸ Martínez Barbosa X. y Zacarías Prieto J. (2018). *Leopoldo Río de la Loza y la enseñanza de la química médica en la Escuela Nacional de Medicina*. México, D.F.: UNAM, Facultad de Medicina, Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina, p. 39

Loza no admitió el puesto, según un informe del 26 de febrero de 1845, probablemente porque estaba ocupado con sus cátedras de Química médica; sin embargo, fue sinodal en algunos exámenes públicos de química del Colegio de Minería.

Para entonces la institución ya se denominaba Escuela de Medicina, nombre que se le asignó en enero de 1842.⁶²⁹ Al siguiente año se le otorgó el carácter de Escuela Nacional de Medicina.⁶³⁰

Las críticas a estas reformas empezaron a aparecer de inmediato. El 31 de octubre de 1843, en el *Siglo Diez y Nueve*, alguien que firmó como “Z”, hizo las siguientes aseveraciones con relación a la química:

Comprendo por ejemplo muy bien las ventajas que sacaría la juventud del estudio de la química aplicada a la medicina comprendo igualmente que las lecciones dadas con esa aplicación especial en el Colegio Médico, serían infinitamente más provechosas ,que las que se reciben en el Seminario de Minería, donde se estudia, aplicable a este otro ramo; pero no comprendo la posibilidad de que pueda cultivarse con fruto una ciencia aplicada, cuando no se tiene la menor idea de aquella a que se aplica : es decir no entiendo como pueda numerarse la química aplicada a la medicina entre las ciencias preliminares. Tampoco entiendo cómo sea posible al establecimiento de ciencias médicas, en el estado de miseria espantosa en que se le tiene, el plantear una cátedra tan dispendiosa, sin proporcionarle laboratorio, máquinas, utensilios y otros materiales tan costosos como indispensables para llenar su objeto: y si ella ha de ser nominal, ¿A qué fin distraer a los jóvenes del estudio de la química elemental que hasta ahora han aprendido?⁶³¹

A esta crítica se le dio respuesta en el *Diario del Gobierno de la República Mexicana*:

La segunda objeción del comunicadista, escriba en su falta de comprensión sobre el estudio de la química aplicada a la medicina. Desde luego advertimos que de no comprender una cosa no se puede

⁶²⁹ Río de la Loza M. (26 de febrero de 1892). “Algunos apuntes históricos sobre la enseñanza médica en la Capital”. *El Diario del Hogar*, p. 2

⁶³⁰ Rodríguez M. (2008). *op. cit.*, 21

⁶³¹ Z (31 de octubre de 1843). “Instrucción Pública”. *El Siglo Diez y Nueve*, p. 2.

inferir que sea imposible, sino que es necesario estudiarla antes de todo para comprenderla bien y no decir desatinos. Cuando en el sexto año de estudios preparatorios para la medicina se señala la química médica, cualquiera hombre sensato habría buscado algún autor, alguna obra que tratase de ella , y entonces habría visto que hay algunas en que después de dar los elementos y nociones generales de esta ciencia, sigue tratando de ella aplicando sus doctrinas a la materia con relación a la medicina y esa imposibilidad que encuentra el autor del comunicado en *cultivar con fruto una ciencia aplicada cuando no se tiene la menor idea de aquello a que se aplica*, lo único que prueba es, la imposibilidad de impugnar bien una materia que no se conoce y que no se quiere estudiar, so pena de ponerse en ridículo como en el caso presente. El autor del comunicado debía suponer a lo menos que por mucha ignorancia que se suponga para expedir el decreto de que se trata, no podía menos de haberse visto, como se vio, lo que se practica hoy en los países civilizados, y que la química médica es una ciencia hace años cultivada en Europa, de que hay bastantes cátedras en casi todos los establecimientos médicos, y sobre la que existen varias obras más o menos elementales en las que se enseña todo lo que la medicina puede necesitar de la química; de manera , que aunque no habrá un profesor sublime de química médica sin que posean ambas ciencias, hay de facto millares de discípulos de química en Europa, que sin saber medicina tienen todos los conocimientos necesarios para valerse de ellos en la medicina.

La tercera objeción se contrae a la imposibilidad de establecer hoy esa cátedra sin proporcionarle laboratorio, máquinas etc. Lo primero, que el catedrático a quien se invitó para este objeto, y que generosamente se prestó a desempeñar la cátedra, tiene ese laboratorio, máquinas, instrumentos etc. Lo segundo, que el colegio de Minería, donde siempre han estudiado hasta ahora la química los médicos, tiene su laboratorio y demás útiles. Lo tercero, que el autor del comunicado ignora si el gobierno tiene ya dispuesta la compra de los instrumentos y la formación del laboratorio, lo que podría suceder muy bien, y no fingirse trabas y embarazos que no existen por sólo tener el gusto de criticar, y tan mal, el decreto en cuestión. Sin distraer a los jóvenes del estudio de la química elemental, pueden dar su curso de química médica, como lo dan en todos los países civilizados, a excepción de México, porque solo aquí se impugna y se dice imposible lo que se ignora y se quiere estudiar, y sólo el Sr. Z. declame y vocifera cuando se establecen los estudios médicos, aproximándolos más y más a los

progresos que ha hecho la ciencia donde no hay ese pernicioso y criminal empeño de mantenerla estacionaria.⁶³²

En el mes de julio de 1843 se daba la noticia de que se reestablecía el Apartado General de la Nación por orden del presidente Santa Anna, nombrándose director al grabador José Ramón Pacheco.

En una descripción de la época que se hace de esta institución se menciona que el laboratorio cuenta con una preciosa colección de reactivos, balanzas de ensaye de construcción mexicana, chimeneas, hornillas para ensayes por copelas y por vía húmeda, toneles de hierro colado cerrados herméticamente y con cilindros estriados, máquina de molienda, patio de beneficio y cristalización de sulfatos, horno de vidrio para la fabricación de crisoles, almacén de ácidos, pieza para la destilación de ácidos con cámaras de plomo, hornos, pailas y un alambique de platino.⁶³³

A finales de ese mismo año Río de la Loza hizo una visita al apartado y el director Pacheco le hizo la invitación de que usara las oficinas de la institución para dar las lecciones de química, a lo que el profesor de química accedió:

Se nos ha dicho que es un objeto no sólo de instrucción de complacencia y de curiosidad, sino de admiración, ver a este sabio mexicano, durante dos o tres horas, discurrir en una ciencia, que se ve la domina con una claridad con una precisión que encanta: y con esto sin pretensiones, sin pedantería, sino con aquélla sencillez y modestia que acompañan siempre al verdadero saber, y haciendo de cuando en cuando las operaciones con sus manos para dar la prueba de sus doctrinas. Numerosa ha sido la concurrencia, porque a más de los cursantes, han asistido por gusto o afición, profesores de medicina y farmacia, y el director de la casa con todos los empleados. Hemos sabido, y lo publicamos con igual

⁶³² “México, noviembre 7 de 1843” (7 de noviembre de 1843). *Diario del Gobierno de la República Mexicana*, p. 275.

⁶³³ “Breve descripción de las mejoras y reformas hechas en el apartado” (27 de julio de 1843). *El Siglo Diez y Nueve*, p.3.

satisfacción, que el laboratorio y los aparatos de ese establecimiento, el primero en su clase de la república y acaso de Europa, facilitan la enseñanza según lo dijo el mismo catedrático, siendo de notar, que los ácidos que allí ha pedido para sus análisis y combinaciones, se lo han dado de los que la casa fabrica para el comercio, y los ha encontrado químicamente puros, así como que la colección de reactivos que allí se tiene, es la más completa y como no se tendrá mejor en un apartado de París.⁶³⁴

Los autores de la nota (quienes firmaron como “varios concurrentes”) propusieron que:

Por todas estas circunstancias, sería de desear que se sistemara la enseñanza de la química analítica en el Apartado Nacional, pues entonces, a más de las ventajas que ha recibido el público con la nueva forma de esta oficina, para la pronta separación de sus metales, habría la de proporcionarse en él el estudio de las ciencias químicas.

Esta propuesta encontró respuesta unos días después:

Los señores articulistas parten del supuesto de que el curso de química médica hade continuar en el Apartado nacional, porque dicen, allí los aparatos se hallan en escala mayor, y porque en el aquel establecimiento el profesor encuentra la colección más completa de útiles para la enseñanza de la química. Lo primero es falso, porque las lecciones se han de dar en el colegio de S. Ildefonso, y sólo se dieron dos en el Apartado, con el fin único de que los discípulos tomaran conocimiento práctico del grande aparato de que no es muy fácil adquirir una idea completa por solo las descripciones de los libros. Lo segundo, es decir, el motivo en que los *señores concurrentes* apoyan ese hecho falso, tampoco es cierto; porque en el Apartado nacional, ni hay ni debe haber sino los aparatos y útiles necesarios para la preparación de los ácidos nítrico y sulfúrico, para el apartado de los metales preciosos y para los ensayos domésticos, y ciertamente que todo eso no es suficiente para dar lecciones prácticas de química. Sin duda que el que hiciera tal calificación, daría a conocer por el hecho que ignoraba lo que es un laboratorio químico; y en esto cabalmente es en lo que está comprometida la reputación del Sr. Río de la Loza; pues que al leer el comunicado a que me refiero, cualquiera entenderá

⁶³⁴ “Remitido” (28 de diciembre de 1843). *El Siglo Diez y Nueve*, p.2.

que dicho señor se determinó a dar sus lecciones en el Apartado, porque creyó tener allí dispuesto todo lo necesario.⁶³⁵

En el año de 1845, se daba la noticia de la llegada de varios cajones con máquinas e instrumentos para la enseñanza de la física y de la química,⁶³⁶ Además, Leopoldo Río de la Loza, escribió unos apuntes a manera de libro de texto.⁶³⁷

Urbán hace una reconstrucción del programa de química durante esos primeros años. La autora menciona que se estudiaban los principios generales de la química, enfatizando la química inorgánica y la química vegetal y animal, así como análisis químico. También se enseñaba como examinar los cálculos o concreciones que se forman en algunos órganos del cuerpo humano. También menciona que entre los inicios de la cátedra y 1856, Río de la Loza empleó a autores como Lassaigne y Orfila.⁶³⁸

A mediados del siglo XIX, Río de la Loza había manifestado que: “La mala organización que se ha dado en la República á la enseñanza de las ciencias exactas, hace que se carezca de una cátedra de química elemental...” y que en México solamente existían las cátedras de química aplicada a la mineralogía y a la medicina.⁶³⁹ Para cubrir esa carencia, escribió y publicó en 1850 el primer libro de texto de química: *Introducción al estudio de la química ó Conocimientos preliminares para facilitar el estudio de la Ciencia*, y a pesar de que Río de la Loza expresa que la obra estaba dirigida a los alumnos de la Escuela de Medicina,⁶⁴⁰ el contenido del libro es de carácter general, y está dividido en las siguientes partes:

⁶³⁵ “Señores editores del siglo XIX” (17 de enero de 1844). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 3.

⁶³⁶ “Instrucción Pública” (9 de mayo de 1845). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 3.

⁶³⁷ Urbán G. (2000). *La obra científica del doctor Leopoldo Río de la Loza*. México, D.F.: UAM-Xochimilco, p. 65

⁶³⁸ *Ibidem.*, p. 67

⁶³⁹ Río de la Loza L. (1862). *Introducción al estudio de la química ó Conocimientos preliminares para facilitar el estudio de la Ciencia*. México: Imprenta de J.M. Lara, p. III.

⁶⁴⁰ *Ibidem.*, p. VII.

- Parte Primera. Definición de la química. Sus divisiones. Análisis y síntesis. Medios analíticos. Nociones preliminares.
- Parte Segunda. División de la materia. Partículas moléculas y átomos. Estructura de los cuerpos. Elementos de cristalografía.
- Parte Tercera. Instrumentos, utensilios y aparatos.
- Lista. De algunas de las voces usadas impropiaemente, y otras cuya equivalencia es conveniente fijar.

Además, la segunda edición, publicada en 1862, contiene un apéndice, cuyo subtítulo es: “Que servirá concluido que sea el estudio de la química anorgánica”.⁶⁴¹

En el año de 1852 el médico Modesto Jiménez obtuvo la plaza de adjunto para la cátedra de Química médica en la Escuela de Medicina⁶⁴² de la que se hizo cargo en 1854 por una licencia que solicitó Río de la Loza para restablecerse de su salud y para organizar los cursos de química en la Escuela de Agricultura. En 1850 se creó la plaza de preparador a petición de Río de la Loza. A finales de 1852, Ernesto Craveri obtuvo esa plaza y en 1855 Maximino Río de la Loza⁶⁴³ quien, en 1861, ocuparía el cargo de profesor adjunto.⁶⁴⁴

Maximino Río de la Loza destaca la adquisición del edificio de la Inquisición para establecer la Escuela de Medicina en 1854, puesto que ahí se hicieron mejoras materiales para la enseñanza de la profesión. Por ejemplo, para la enseñanza de la química y la farmacia se construyeron hornos, braseros y otras cosas necesarias. A partir de entonces ya había aulas especiales para cada una de las cátedras. Este autor, quien menciona que fue preparador de

⁶⁴¹ *Ibidem*, pp. 1, 23, 53, 70 y 77.

⁶⁴² Ruiz L. (1963). *op. cit.*, p. 64.

⁶⁴³ Martínez Barbosa X. y Zacarías Prieto J. (2018). *op. cit.*, pp. 93, 117 y 187.

⁶⁴⁴ Ruiz L. (1963). *op. cit.*, p. 65.

la clase de química durante muchos años, hace una mención especial a Urbano Fonseca por su labor en las mejoras materiales de la Escuela de Medicina.⁶⁴⁵

En 1854, una nueva organización de los estudios de las profesiones sanitarias dividía la facultad de medicina en dos secciones: medicina y farmacia.⁶⁴⁶ En ese nuevo plan, se establecían nuevas cátedras para la carrera de farmacia, entre los que estaban Farmacia teórico-práctica e historia de las drogas, tres años de práctica farmacéutica y para el sexto año se establecía “Análisis química”, cátedra que formaba parte de los estudios exclusivos para obtener el grado de doctor. En el decreto del gobierno sobre arreglo de la Instrucción Pública del 15 de abril de 1861, a la cátedra de química se le dio el nombre de “Química mineral y orgánica” para el quinto año de los estudios preparatorios para la carrera de medicina y otra signatura con un nombre idéntico para el segundo de los estudios profesionales.⁶⁴⁷

En el año de 1866, durante el Segundo Imperio Mexicano, José Ignacio Durán daba cuenta del estado en que se encontraba la Escuela de Medicina. Este médico mencionaba que el Código de la Escuela estaba conformado por el plan de estudios de 1854, un reglamento interino aprobado por el Supremo Gobierno en 1846⁶⁴⁸ y las disposiciones especiales dictadas por el ministerio correspondiente. Para los estudios experimentales o prácticos dice, entre otras cosas, que se cuenta con un laboratorio de química y farmacia.⁶⁴⁹

⁶⁴⁵ Río de la Loza M. (2 de marzo de 1892). “Algunos apuntes históricos sobre la enseñanza médica en la Capital”. *El Diario del Hogar*, p. 2

⁶⁴⁶ Durán J. (12 de julio de 1866). “Escuela de Medicina”. *El Mexicano*, 54, p. 431

⁶⁴⁷ Decreto del gobierno sobre arreglo de la Instrucción Pública”. En En Dublán M. y Lozano J. *Legislación mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República. Tomo IX*. México: Imprenta del Comercio, 1878, pp. 151 y 152

⁶⁴⁸ Durán J. (2 de abril de 1846). “Memoria de los trabajos que ha desempeñado el Consejo Superior de Salubridad en el año de 1845, presentado por el secretario en la sesión de 25 de febrero de 1846”. *Diario Oficial del Gobierno Mexicano*, pp. 2 y 3.

⁶⁴⁹ Durán J. (12 de julio de 1866). “Escuela de Medicina”. *El Mexicano*, 54, p. 432

2.2.3 La cátedra de *análisis química*

Al crearse la Escuela Preparatoria en 1867 y dentro de ésta la cátedra de Química General, el curso de Análisis Química ésta sustituyó al de Química Médica de los estudios preparatorios exclusivos para los estudiantes de profesiones sanitarias.⁶⁵⁰ En los estudios superiores de medicina y farmacia quedó establecida la cátedra de “Análisis química cualitativa y cuantitativa”, para el cuarto y tercer año respectivamente. El catedrático asignado fue Leopoldo Río de la Loza, quien a partir de entonces utilizó como texto principal el libro de Gherard y Chancel, complementado con otros autores como Rose, Deschamps, Fresenius y el propio profesor.⁶⁵¹ El preparador de la clase era Maximino Río de la Loza.⁶⁵²

Leopoldo Río de la Loza fue un experto en el análisis y aislamiento de sustancias. Un ejemplo concreto fue el de la perezona (o ácido pipitzahoico) el cual, en palabras de Joseph-Nathan, fue “el primer metabolito secundario aislado del reino vegetal en el Nuevo Mundo...”. Esta sustancia fue aislada y analizada por Río de la Loza en 1852.⁶⁵³

Urbán menciona que el primer año que se impartió esta cátedra hubo veintisiete alumnos inscritos y al siguiente año sólo dos debido a que se suprimió para la carrera de medicina, lo que para Río de Loza resultaba pernicioso para los estudiantes de medicina pues la cátedra de la preparatoria era muy general por lo que los médicos quedarían sin la preparación química suficiente.⁶⁵⁴ Sin embargo, la carrera de medicina no tuvo cursos de química durante la mayor parte de lo que restaba del siglo XIX, quedando como asignatura exclusiva para los farmacéuticos dentro de la Escuela de Medicina.

⁶⁵⁰ Schifter L. y Aceves Pastrana P. (2016). “Los farmacéuticos y la química en México (1903-1919): prácticas, actores y sitios”. *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, 51, p. 78.

⁶⁵¹ Urbán G. (2000). *op. cit.*, p. 69.

⁶⁵² Pérez J. (1871). *Almanaque de las Oficinas y Guía de Forasteros*. México: Imprenta del Gobierno, p. 54

⁶⁵³ Joseph-Natham P. (2007). “Homenaje al Doctor Don Leopoldo Río de la Loza en el Bicentenario de su natalicio”. *Bol. Soc. Quím. Mex.*, 1 (3), p. 176.

⁶⁵⁴ Urbán G. (2000). *op. cit.*, p. 70

En 1872 Maximino Río de la Loza se hizo cargo de la cátedra por enfermedad de Leopoldo Río de la Loza.⁶⁵⁵ En 1873 la cátedra se cerró por falta de alumnos y en 1875 se reabrió siendo el farmacéutico y médico Gumesindo Mendoza (1829-1886) el catedrático encargado de manera interina por los problemas de salud de Río de la Loza (quien falleció en 1876).⁶⁵⁶ Durante este lapso estuvo como preparador hasta 1877 el farmacéutico José Donaciano Morales.⁶⁵⁷ Mendoza fue alumno de Río de la Loza, y entre los cargos que desempeñó estuvo el de director del Museo Nacional.⁶⁵⁸ Obtuvo la propiedad de la cátedra de química en 1881, en la que Víctor Lucio Ortega (1849-1918) se desempeñaba como adjunto⁶⁵⁹ y como preparadores Miguel Cordero y Gómez y Federico Altamirano.⁶⁶⁰

⁶⁵⁵ Martínez Barbosa X. y Zacarías Prieto J. (2018). *op. cit.*, p. 323.

⁶⁵⁶ Urbán, G. (2000). *op. cit.*, p. 70

⁶⁵⁷ Schifter L. y Aceves Pastrana P. (2016). *op. cit.* p. 79

⁶⁵⁸ Patiño F. (9 de febrero de 1886). “El señor profesor Don Gumesindo Mendoza”. *El Diario del Hogar*, pp. 1 y 2

⁶⁵⁹ Ortega F. (10 de marzo de 1881). “Escuela de Medicina”. *El Foro*, p. 179.

⁶⁶⁰ “La Escuela de Medicina” (14 de febrero de 1882). *La Voz de México*, p. 3.



Figura 15. Homenaje a Río de la Loza en el Centenario de su nacimiento (El Mundo Ilustrado, 1907)

2.2.4 Reformas vinculadas a la enseñanza de la química en los estudios de farmacia

A partir de 1884, y hasta su muerte en 1918, se hizo cargo de la cátedra Víctor Lucio (aunque en 1912, el preparador Ricardo Caturegli se hizo cargo del primer curso de manera

interina sustituyéndolo a él Miguel María Campos⁶⁶¹), quien ocupó los textos de Gehrardt y Chancel y de Fresenius.⁶⁶²

De Víctor Lucio, Adolfo P. Castañares expresó: “...de una erudición poco común, y amante tan sólo de las especulaciones teóricas que tienen por base la observación y la experimentación más rigurosas, el Sr. Lucio en el que sus discípulos creemos ver concentradas las excepcionales facultades y habilidad de su maestro [Gumesindo Mendoza]...”⁶⁶³



Sr. Profesor Víctor Lucio

Figura 16. Víctor Lucio. HNDM

Para 1897, esta cátedra se dividió en dos cursos anuales, los cual se dio, en opinión de Schifter, “...con el fin de armonizar la enseñanza con los cambios en el medio profesional. Así, los contenidos de la carrera fueron enfocándose cada vez más hacia la química y se

⁶⁶¹ “Profesores interinos para la escuela de medicina” (9 de enero de 1912). *El Tiempo*, p. 8.

⁶⁶² Ortiz M., Díaz M., Islas H. y Schifter L. (2017). “Técnicas e instrumentos químico farmacéuticos en México (1849-1925)”. *Ciencia Ergo Sum* 24 (1), pp. 55 y 56.

⁶⁶³ Castañares A. (1911). *Evolución de la Química en México durante el primer siglo de nuestra Independencia*. México: Tip. Vda. de F. Díaz de León, Sucs., pp. 9 y 10.

fueron apartando gradualmente de la farmacia tradicional y la medicina”.⁶⁶⁴ El primer curso correspondería al estudio de los análisis químicos en general y el segundo al “...análisis químico aplicado al ensayo de los medicamentos, a la toxicología, al reconocimiento de los alimentos y bebidas, y de los productos fisiológicos y patológicos más importantes...”.⁶⁶⁵ Juan Manuel Noriega, quien se recibió de farmacéutico en 1894, fue nombrado preparador interino de esta clase en 1895. Posteriormente se desempeñaría como preparador y profesor de la cátedra de Química Médica.⁶⁶⁶

En el año de 1897, se introducen, para la carrera de farmacéutico, en el primer año, los cursos de Manipulaciones químicas y farmacéuticas y Práctica del manejo de los instrumentos y aparatos de Física y de Química usados en farmacia. En el segundo se ratificó el de Análisis químico general y, en el tercero, el de Aplicaciones del análisis químico al ensayo de los medicamentos, a la toxicología, al reconocimiento de alimentos y bebidas y al de los productos fisiológicos y patológicos más importantes.⁶⁶⁷ Se mencionaba que el texto a usarse para el primer curso era la última edición del texto de R. D. Silva.⁶⁶⁸

El plan de estudios para el año de 1900 de ambos cursos constaba de los temas mostrados en el cuadro 2.20:⁶⁶⁹

Cuadro 2.20 Programa de Estudios de Análisis Química

<i>Primer curso</i>	Ensayo de las aguas potables
Acción de los reactivos sobre los óxidos metálicos y sus radicales	Práctica por los alumnos
Ejercicios prácticos por los alumnos	Ensayo de alimentos y bebidas
	Práctica por los alumnos

⁶⁶⁴ Schifter L. (2011). “La trayectoria científica de Maximino Río de la Loza como parte de la identidad de la Química Mexicana”. *Bol. Soc. Quim. Mex.* 5(2), p. 20.

⁶⁶⁵ Hinke N. (2001). “Entre arte y ciencia: La farmacia en México a finales del siglo XIX”. *Relaciones* XXII (88), pp. 60 y 61.

⁶⁶⁶ Pruneda A. (1944). “Elogios académicos”. *Gaceta Médica de México*, LXXIV (4), p. 428.

⁶⁶⁷ “Ley de enseñanza profesional para la Escuela Nacional de Medicina” (15 de diciembre de 1897). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, II (19), pp. 567-571.

⁶⁶⁸ “Obras de texto” (17 de enero de 1899). *El Tiempo*, p. 1.

⁶⁶⁹ “Programas para la Escuela Nacional de Medicina” (1900). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, IV (17), p. 509.

Acción de los reactivos sobre los ácidos y sus radicales
Ejercicios prácticos por los alumnos
Exposición del método general de Análisis química
Aplicación práctica de este método
Exposición de las reacciones y método general de análisis de los gases y mezclas gaseosas
Determinación de la naturaleza de las sustancias orgánicas más importantes

Segundo curso

Elementos de Toxicología
Ejercicios prácticos por los alumnos
Ejemplos de análisis y caracteres de pureza de algunos de los principales medicamentos
Práctica por los alumnos

Fuente: Revista de la Instrucción Pública Mexicana, 1900

Investigación y valoración de los elementos minerales que contienen los humores y tejidos
Práctica por los alumnos
Análisis de la sangre
Práctica por los alumnos
Análisis de los productos de los aparatos digestivo y respiratorio
Práctica por los alumnos
Examen de los diversos tejidos de la economía
Práctica por los alumnos
Análisis de la orina, depósitos y concreciones urinarias
Práctica por los alumnos

En el año de 1901, los programas para farmacia y análisis química comprendían los temas mostrados en el cuadro 2.21:

Cuadro 2.21. Programa de Farmacia en 1901

Farmacia teórico-práctica.

Definición y objeto de la Farmacia.
Estudio y aplicación de las manipulaciones farmacéuticas.
Práctica de las más importantes de estas manipulaciones.
Estudio de los medicamentos minerales, simples y compuestos, procedimientos generales y particulares que se siguen en su preparación, propiedades físicas y químicas.
Análisis y dosificaciones más importantes relativas a estos medicamentos, nociones sobre la dosis en que son administrados.
Estudio de los medicamentos de origen orgánico, ácidos, bases, sales, alcoholes, aldehidas, fenoles, éteres, glucósidas e hidratos de carbono, ámidas, fermentos solubles, hidrocarburos y cuerpos no clasificados, procedimientos generales y particulares seguidos en la preparación de estos medicamentos.
Análisis y cuanteo de los más importantes, sus propiedades físicas y químicas; nociones sobre su acción fisiológica y terapéutica y sobre la dosis en que son administrados.

Estudio de las formas farmacéuticas, polvos, pulpas, zumos, especies, soluciones acuosas y otros medicamentos obtenidos con la intervención del alcohol.
Preparaciones obtenidas por la glicerina, por el éter, por los cuerpos grasos, por las esencias, por el vino, por el vinagre o la cerveza; preparación de píldoras, grageas, gránulos, cápsulas, perlas, obleas, linimentos y fumigaciones; análisis y dosificaciones de los más importantes de estos preparados.
Estudio de los artículos de la Constitución política de la República, así como de los de la ley de la Instrucción pública. Códigos penal, de procedimientos, Sanitario y Reglamento de Boticas, en todo lo relativo al ejercicio de la farmacia.
Estudio del plan general para la instalación de una botica, distribución de las labores en un establecimiento de farmacia, consideraciones económicas relativas al capital y producto de los establecimientos de este género.
Conducta y moralidad que debe observar el farmacéutico en el ejercicio de su profesión.

Estudio de las reglas que deben seguirse en la elección de los medicamentos.

Fermentaciones en general y procedimientos farmacéuticos que se siguen para lograr la conservación de los productos alterables.

La práctica de manipulaciones y técnica farmacéutica, se dará en la clase de la Escuela, concurriendo a los laboratorios del almacén central de beneficencia y otros, cuando sea necesario para el estudio de las operaciones industriales que allí se ejecutan y todo esto aparte de la práctica civil que hagan los alumnos en alguna botica como marca la ley.

Fuente: Revista de la Instrucción Pública Mexicana, 1901

Cuadro 2.22. Programa de Análisis Química en 1901

Primer Curso. – Acción de los reactivos sobre los óxidos metálicos y sus radicales.

Ejercicios prácticos por los alumnos.

Acción de los reactivos sobre los ácidos y sus radicales.

Ejercicios prácticos por los alumnos.

Exposición del método general de Análisis-química.

Aplicación práctica de este método.

Exposición de las reacciones y método general de análisis de los gases y mezclas gaseosas.

Determinación de la naturaleza de las sustancias orgánicas más importantes.

Segundo curso.- Elementos de Toxicología.

Ejercicios prácticos por los alumnos.

Ejemplos de análisis y caracteres de pureza de algunos de los principales medicamentos.

Práctica por los alumnos.

Ensaye de las aguas potables.

Práctica por los alumnos.

Ensaye de alimentos y bebidas.

Práctica por los alumnos.

Investigación y valoración de los elementos minerales que contienen los humores y tejidos.

Práctica por los alumnos.

Análisis de la sangre.

Práctica por los alumnos.

Análisis de los productos de los aparatos digestivo y respiratorio.

Práctica por los alumnos.

Examen de los diversos tejidos de la economía.

Práctica por los alumnos.

Análisis de la orina, depósitos y concreciones urinarias.

Práctica por los alumnos.

Fuente: Revista de la Instrucción Pública Mexicana, 1901

En el año de 1912, se publicó un Plan de Estudios de la Escuela Nacional de Medicina en el que se menciona que el primer curso de análisis química se impartirá una hora cada tercer día y la repetición y práctica, dos horas cada tercer día. Para el segundo curso, se dedicaba el mismo tiempo para las clases regulares y tres horas dos días a la semana para la repetición y práctica. Estas materias se daban en el segundo y tercer año respectivamente y se utilizaba el libro de texto Análisis químico cuantitativo y cualitativo de Fressenius (en francés).⁶⁷⁰ El contenido era el siguiente:

⁶⁷⁰ “Obras de texto para el año escolar de 1912” (10 de enero de 1912). *Diario Oficial Estados Unidos Mexicanos* CXVIII (9), p. 95.

Primer curso de análisis química. -Comprenderá el análisis general cualitativo aplicado a los gases, ácidos y bases orgánicas.

Segundo curso de análisis química. -Comprenderá conocimientos generales sobre análisis cuantitativo; sobre análisis aplicada a la toxicología, a los procedimientos generales para la investigación de los alcaloides, el ensayo de los medicamentos, el de los alimentos y bebidas, el estudio y reconocimiento de la saliva, jugo gástrico, bilis, cálculos biliares, sangre (solamente en lo relativo a su reconocimiento), orina y cálculos urinarios.⁶⁷¹

Ricardo Caturegli fue nombrado profesor interino para el primer curso de análisis químico ese año.⁶⁷²



Figura 17. Ricardo Caturegli

En el año de 1915 el plan de la carrera de Farmacéutico contaba con una mayor cantidad de asignaturas vinculadas con la química. Este es el plan que estuvo vigente antes del traslado de la carrera a la Escuela Nacional de Industrias Químicas, institución en la que se robusteció el plan de estudios y se denominó Químico Farmacéutico (cuadro 2.23):

Cuadro 2.23. Comparación del Plan de Estudios de la carrera de Farmacéutico (1915) en la Escuela Nacional de Medicina y de Químico Farmacéutico (1921) en la Facultad de Ciencias Químicas

Farmacéutico

Plan de 1915

Escuela Nacional de Medicina

Químico Farmacéutico

Plan de 1921

Escuela Nacional de Industrias Químicas

⁶⁷¹ “Plan de Estudios de la Escuela Nacional de Medicina” (3 de enero de 1912). *Diario Oficial Estados Unidos Mexicanos* CXVIII (3), p. 23.

⁶⁷² “Profesores interinos para la Escuela de Medicina” (9 de enero de 1912). *El Tiempo*, p. 8.

Primer año

Química farmacéutica mineral
Historia natural aplicada a drogas simples
Nociones de micrografía
Las practicas correspondientes estarán vigiladas por el ayudante de la materia.

Segundo año

Química farmacéutica orgánica
Bacteriología
Química legal y legislación farmacéutica
Las prácticas correspondientes estarán al cuidado del ayudante y se llevarán a cabo conforme al programa elaborado por el profesor de cada asignatura.

Tercer año

Farmacia galénica y nociones de economía y contabilidad farmacéuticas
Análisis de bebidas y comestibles
Análisis bioquímico
Las prácticas correspondientes estarán al cuidado del ayudante
Durante los tres años de estudio los alumnos deberán hacer la práctica de botica correspondiente en alguna farmacia acreditada y presentar el certificado que justifique la asidua concurrencia.

Primer año

Química inorgánica experimental, con prácticas
Análisis químico cualitativo y cuantitativo
Dibujo de máquinas
Física general
Manipulaciones de la física
Historia natural, aplicada a la farmacia, precedida de nociones de mineralogía y geología
Ejercicios físicos
Prácticas de farmacia

Segundo año

Química orgánica experimental
Análisis orgánico elemental y preparación de productos inorgánicos y orgánicos
Tecnología química inorgánica
Microbiología (en sus aplicaciones industriales)
Manipulaciones de física
Ejercicios físicos
Prácticas de farmacia

Tercer año

Farmacia galénica y ensayo de medicamentos y análisis de plantas
Química legal y análisis químico-legales
Análisis especiales (clínicos y bromatológicos)
Tecnología de química orgánica
Elementos de fisiología e higiene y medicina de urgencia
Explotación de técnica industrial
Derecho industrial y obrero y nociones de economía política
Industria farmacéutica
Ejercicios físicos
Prácticas de farmacia durante ocho meses al terminar la carrera.

Fuente: Garritz y Mateos, 2015

2.2.5 Reformas vinculadas a la enseñanza de la química en los estudios de medicina

Desde 1889, los médicos Rafael Lavista y Eduardo Liceaga propusieron el aumento de cátedras para la carrera de medicina, entre sus propuestas estaba la de introducir la materia de Química biológica. Se decía que las cátedras que proponían estos médicos "...están adoptadas ya en los establecimientos superiores de Alemania, Inglaterra, Francia e Italia,

como una exigencia del progreso científico...” La junta de profesores, a partir de ese año empezó a revisar la propuesta.⁶⁷³

En la ley de enseñanza profesional para la Escuela Nacional de Medicina de 1897, se reintrodujo la cátedra de Química médica en sus aplicaciones prácticas para el segundo año.⁶⁷⁴ En 1902, se cambió el nombre de la cátedra a Química biológica y se pasó al primer año.⁶⁷⁵ El autor que se emplearía en la cátedra era Grenier (desde 1899).⁶⁷⁶

Desde que se volvió a integrar los estudios de química en el plan de estudios de la carrera de medicina se suscitaron controversias entre los profesores que se oponían por considerarla innecesaria. Porfirio Parra fue uno de los más notorios oponentes,⁶⁷⁷ mientras que Eduardo Liceaga fue uno de los principales defensores de la cátedra.

Aunque en un principio se daba la noticia de que iban a concursar los doctores Corral y Carrillo para la obtención de la cátedra finalmente el único que se presentó fue Alejandro Uribe, quien anteriormente había sido profesor adjunto de Farmacia,⁶⁷⁸ a quien se le concedió en enero de 1899.⁶⁷⁹ Uribe también tuvo el puesto de químico en el Instituto Bacteriológico Nacional y en el Consejo Superior de Salubridad.⁶⁸⁰

⁶⁷³ “La carrera de medicina” (29 de marzo de 1889). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 3.

⁶⁷⁴ “Ley de enseñanza profesional para la Escuela Nacional de Medicina” (15 de diciembre de 1897). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, II (19), pp. 567.

⁶⁷⁵ “Plan de estudios de la Escuela de Medicina”. (11 de enero de 1902). *El Tiempo*, p. 2.

⁶⁷⁶ “Obras de texto” (17 de enero de 1899). *El Tiempo*, p. 1.

⁶⁷⁷ Incluso el jurado para dictaminar el otorgamiento de la cátedra compuesto por Ramón García, Ignacio Capetillo, Porfirio Parra, José Terrés y Francisco Vázquez Gómez, renunció a la comisión. “La Química Médica en la Escuela de Medicina” (29 de diciembre de 1898). *El Tiempo*, p. 2.

⁶⁷⁸ “Escuela de Medicina” (10 de marzo de 1881). *El Telégrafo*, p. 179.

⁶⁷⁹ “Química médica” (5 de enero de 1899). *El Tiempo*, p. 3.

⁶⁸⁰ “Necrología” (1907). *La Farmacia*, XVI (9), p. 194.

Uribe impartió la materia hasta 1907, año de su fallecimiento, siendo sustituido por su adjunto el farmacéutico y médico Emilio del Raso⁶⁸¹ quien anteriormente había sido preparador de esta misma clase.⁶⁸²

El programa de estudio del año 1900 para la materia de Química médica decía a la letra:

Estudio detallado de la materia haciendo las respectivas demostraciones por medio de las sustancias, útiles, aparatos e instrumentos correspondientes. Numerosos análisis. Explicaciones orales del profesor y constantes ejercicios prácticos.⁶⁸³

En el año de 1905, dentro del Consejo Superior de Educación Pública presidido por Justo Sierra, se hizo una revisión y discusión del curso de Química Biológica. Porfirio Parra comenzó el debate diciendo que lo que se enseña no corresponde a Química Biológica sino a una enumeración inconexa de los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos que se hallan en el cuerpo humano, es decir, "...un hacinamiento de enseñanzas químicas de adquisición laboriosa y difícil y de muy poca utilidad ulterior. En cambio, y puesto que la química biológica "...constituye una sección muy importante de la biología que estudia las descomposiciones, los desdoblamientos y las síntesis..." que ocurren en los órganos, tejidos y elementos anatómicos de los organismos vivos, se debería enseñar las transformaciones químicas que se operan en éstos, como las que le ocurren a un alimento que es ingerido. Para Parra, la composición química del organismo se adquiere en el curso de fisiología y concluye su crítica diciendo que "...cuando medito en esto me felicito de haber salido desde hace

⁶⁸¹ "Nombramiento" (25 de septiembre de 1907), *La Iberia*, p. 2.

⁶⁸² Pruneda A. (1944). "Elogios académicos". *Gaceta Médica de México*, LXXIV (4), p. 428.

⁶⁸³ "Programas para la Escuela Nacional de Medicina" (1900). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, IV (17), p. 501.

mucho tiempo de las aulas, para no verme en el caso, de estar obligado a estudiar Química biológica sometiéndome a un programa semejante...”⁶⁸⁴

Eduardo Liceaga, responde que el argumento de Parra se finca en un simple error de imprenta pues la cátedra no debería llamarse “Química biológica” sino “Química médica”, puesto que el curso consiste en un conjunto de conocimientos derivados de la química y aplicables al ejercicio médico. Liceaga considera que la química es parte de los conocimientos fundamentales con los que el estudiante de medicina debe contar para adquirir bien los conocimientos de aplicación como los de patología y clínica. Posteriormente le cedió la palabra al profesor de la asignatura, Alejandro Uribe, e invita a Parra a asistir a la clase. Uribe comienza diciendo que la Química biológica no es una ciencia abstracta como la consideran Comte y Mill, sino que es concreta y aplicada. A continuación, da una descripción del orden que lleva la clase mencionado que se comienza por clasificar los cuerpos que componen el organismo en minerales y orgánicos. Posteriormente se estudian la saliva, el jugo gástrico, el pancreático y demás líquidos digestivos. Uribe da detalles sobre las prácticas:

Al estudiar la saliva, después de procurarse esta convenientemente, se la mezcla con un poco de almidón, y se ve que al principio de la experiencia los reactivos yódicos dan el color azul, llamado yoduro de almidón; mientras después de algún tiempo esta reacción se va debilitando hasta desaparecer; y en cambio el licor de Felhing acusa de un modo cada vez más manifiesto la presencia de la glucosa. De aquí se infiere conforme a los métodos de inducción que hay en la saliva un agente que causa la transformación del almidón en glucosa.

Para estudiar el jugo gástrico, después de procurárselo por medios adecuados puro y en cantidad suficiente, de comprobar su reacción ácida constante, de averiguar si esta acidez se debe al ácido láctico o al clorhídrico, se comprueba que existe en ese líquido un fermento soluble, la pepsina,

⁶⁸⁴ *Ídem.*

comprobándose así uno de los caracteres más salientes de la Química Biológica la existencia de fermentos solubles y su modo de acción.

Así se siguen estudiando los principales líquidos digestivos pasando después a la sangre y a la linfa. Igual método se tiene presente y se observa con cuidado al estudiar las demás sustancias señaladas en el programa.⁶⁸⁵

Parra responde preguntando si los alumnos no habían estudiado química mineral y orgánica en la Preparatoria y que si los conocimientos químicos relativos a la composición del cuerpo humano no los adquirirían en Fisiología. Además, considera que sería mejor que los estudiantes consagrasen su tiempo a materias que fueran totalmente médicas en vez de preparatorias. Finalmente propone convertir la clase en un laboratorio demostrativo anexo a la clase de Fisiología.

Liceaga insiste en que es capital que haya en la Escuela de Medicina una asignatura ya sea con un nombre o con otro, pero en el cual se muestre "...a los alumnos las manipulaciones que son necesarias para demostrar las reacciones químicas de que provienen los productos orgánicos, ya fisiológicos, ya patológicos..."

Justo Sierra cierra la sesión indicando que se hará una revisión conforme a las observaciones que se han hecho.⁶⁸⁶

En el Plan de Estudios se menciona la asignatura de Química médica para el primer año de la carrera de Médico cirujano, a la que se le dedicará una hora cada tercer día durante un semestre, el otro semestre sería de Bacteriología. En este plan se establece que la cátedra de Química médica "...comprenderá: 1º el estudio de los principios constitutivos del

⁶⁸⁵ *Ídem.*

⁶⁸⁶ Parra P. (23 de marzo de 1905). "Acta de la sesión celebrada por el Consejo Superior de Educación Pública el 2 de Marzo de 1905". *Diario Oficial Estados Unidos Mexicanos* LXXVII (20), pp. 406-411

organismo; 2º el de los líquidos y tejidos y 3º de los productos funcionales del mismo.⁶⁸⁷ El texto para el curso era *Analyse chimique biologique spéciale* de E. Barral.⁶⁸⁸

Al comparar las dos instituciones principales que impartieron cursos de química en el siglo XIX, se puede observar que, en un principio el mayor número de cursos de química se encontraban en la Escuela de Ingeniería y estaban asociados a carreras industriales (especialidades en minería y en industria) de tal manera que la química era materia obligatoria para las carreras asociadas a la minería y a la industria, por eso no es de extrañar que fuera ahí donde surgiera la idea de crear la primera carrera de Ingeniero Químico, que no prosperó. En cambio, durante el último tercio del siglo XIX, en la Escuela de Medicina sólo era la materia de análisis químico perteneciente al plan de estudios de la carrera de Farmacia, pues la de química médica se pasó a la Escuela Nacional Preparatoria como química general cuando se creó. Entonces, a partir de 1867, medicina sólo conservó una materia y sólo hasta finales del siglo los médicos retomaron los estudios de química como parte del plan de su profesión.

Cuadro 2.24. Profesores y cursos de química en la ENI y en la ENM

1792	Real Seminario de Minería / Colegio de Minería		
1796	Curso	Carreras	Profesores
	Química, docimasia y metalurgia	Perito Facultativo de Minas	Fausto Delhuyar (1796) Luis Linder (1797-1805) Manuel Cotero (1806-1829)

⁶⁸⁷ “Plan de Estudios de la Escuela Nacional de Medicina” (3 de enero de 1912). *Diario Oficial Estados Unidos Mexicanos* CXVIII (3), pp. 21 y 22.

⁶⁸⁸ “Obras de texto para el año escolar de 1912” (10 de enero de 1912). *Diario Oficial Estados Unidos Mexicanos* CXVIII (9), p. 95.

1833	Química, docimasia y metalurgia	Práctico Facultativo Minero Ensayador	Manuel Herrera (1833-1842)	Escuela Nacional de Medicina		
1843	Química, docimasia y metalurgia	Ingeniero de minas Ensayador Beneficiador de Metales Apartador de Oro y Plata Naturalista	Manuel Herrera (1843-1855) Ignacio Hierro (1856-1863) Patricio Murphy (1863-1865) Francisco del Villar (1865-1866)	Curso	Carreras	Profesores
				Química Médica (estudios preparatorios)	Médico Farmacéutico	Leopoldo Río de la Loza (1843-1866) Modesto Jiménez (adjunto) Ernesto Craveri (preparador) Maximino Río de la Loza (adjunto y preparador)
1867	Química analítica y aplicada	Ingeniero de minas Ensayador Beneficiador de Metales	José María César (1867-1876) Guillermo Hay (1877-1879) Antonio del Castillo (1880-1886) Ezequiel Pérez (1886-1917)	Análisis química	Farmacéutico	Leopoldo Río de la Loza (1867-1872) Gumesindo Mendoza (1873-1883) Víctor Lucio (1884-1917)
1883						
1897						
1915				Química farmacéutica mineral Química farmacéutica orgánica Bacteriología Química legal y legislación farmacéutica Análisis de bebidas y comestibles	Farmacéutico	

				Análisis bioquímico		
--	--	--	--	---------------------	--	--

Fuente. Elaboración propia

2.3 La enseñanza de la química en la Escuela de Agricultura y Veterinaria

Desde el primer plan de estudios de 1853 para la carrera de agricultor del futuro Colegio Nacional de Agricultura, se contempló una cátedra de química denominada “Elementos de química general y aplicada a la agricultura”, la cual se complementaría con un curso de “Manipulaciones químicas”.⁶⁸⁹ El profesor titular era Leopoldo Río de la Loza y el preparador el ingeniero Joaquín Varela Salceda.⁶⁹⁰ El ingeniero egresado del Colegio de Minería Francisco de Paula Hermosa impartió la cátedra de Orictognosia en 1855.⁶⁹¹



Sr. Profesor D. Joaquín Varela Salceda.

Figura 18. Joaquín Varela Salceda. HNDM

De acuerdo con las reformas de 1856, estos estudios serían obligatorios para las carreras de Administrador instruido y Profesor de agricultura. El contenido de la cátedra de

⁶⁸⁹ Urbán G. y Saldaña J. (2013). “La Química Agrícola y el estudio de los suelos cultivables en México en el siglo XIX”. *Quiipu*, 15 (1)

⁶⁹⁰ “El Sr. Profesor D. Joaquín Varela Salceda” (3 de junio de 1901). *El Tiempo Ilustrado*, pp. 263 y 264.

⁶⁹¹ Cárdenas Méndez J. (2012). *op. cit.*, p. 200.

elementos de química contemplaba el estudio de nociones generales de química, estudio de los cuerpos simples y compuestos de aplicación agrícola, de los abonos, de las aguas y el análisis de las tierras de labor.

Urbán y Saldaña mencionan que, en el año de 1856 apenas había seis alumnos inscritos. Aunque en ese año se encargaron a Francia los primeros artículos y sustancias para la experimentación, todavía en 1861 Río de la Loza mencionaba que se enseñaba en un laboratorio inconcluso y mal provisto de sustancias y aparatos.

En el plan de estudios de 1861, elaborado por Leopoldo Río de la Loza, las carreras que incluían la cátedra de Química general y agrícola en el quinto año eran las de Profesor de Agricultura y Agricultor Topógrafo.

Durante la etapa del Segundo Imperio, un nuevo plan de estudios formado de nueva cuenta por Río de la Loza, se establecen dos cátedras independientes: Química general y Química agrícola. Esta última se encontraba en el segundo año de la carrera de Agricultor teórico-práctico y en el cuarto de Profesor de Agricultura.

En 1864, después de una revisión del plan de estudios por una comisión formada por Leopoldo Río de la Loza, Basilio Arrillaga y Antonio Balderas, el curso de química quedó conformado por los temas de nociones generales de química; estudio de los cuerpos simples y compuestos de aplicación agrícola, de los abonos, de las aguas y el análisis de las tierras de labor. El profesor encargado del curso en 1864 fue Joaquín Varela, quien también era director de la institución, llamada entonces Escuela Imperial de Agricultura,⁶⁹² en 1865 fue Patricio

⁶⁹² Del Valle J. (1864). *El viajero en México. Completa Guía de Forasteros*. México: Imprenta de Andrade y Escalante, p. 406.

Murphy⁶⁹³ y en 1866 el médico Manuel M. Carmona y Valle.⁶⁹⁴ El preparador de la clase era Antonio Rolán.⁶⁹⁵

Hacia el año de 1868, en el primer año se incluyó el curso de Química aplicada a la agricultura que trataba para el análisis de los suelos y el estudio de los abonos de todo tipo, enfatizando el empleo de materias fertilizantes que se podían recolectar en una hacienda convencional, especialmente el estiércol.⁶⁹⁶ En 1867 Juan Amador fue nombrado profesor de física y química⁶⁹⁷ y en 1873 el profesor adjunto de química era Esteban Chazari Esperón⁶⁹⁸ quien durante la época del Imperio fue profesor de química en el Instituto de Ciencias y Artes de Oaxaca.⁶⁹⁹

Tanto en la Ley Orgánica de la Instrucción Pública del Distrito Federal de 1869,⁷⁰⁰ como en el Proyecto de Ley Orgánica de la Instrucción Pública en el Distrito Federal de 1881 sólo aparecen los cursos de Química general y Química aplicada para la carrera de Profesor de Agricultura.⁷⁰¹ En 1879 el profesor del curso era Manuel Cordero y Manuel Gutiérrez el preparador de física y química.⁷⁰² A principios de la década del 80, el profesor de Química general, aplicada y tecnología era Antonio Peñafiel (1839-1822), el ayudante de la clase el farmacéutico Crescencio Marín y el preparador José Muycelo⁷⁰³, quien era médico cirujano

⁶⁹³ Urbán, G. (2005). "Fertilizantes químicos en México (1843-1914)". Tesis de Maestría. UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, p. 68.

⁶⁹⁴ AGN. Instituciones Gubernamentales, vol. 1, exp. 138.

⁶⁹⁵ Del Valle J. (1864). *El viajero en México. Completa Guía de Forasteros*. México: Imprenta de Andrade y Escalante, p. 406

⁶⁹⁶ Urbán G. y Saldaña J. (2013). "La Química Agrícola y el estudio de los suelos cultivables en México en el siglo XIX". *Quiipu*, 15 (1)

⁶⁹⁷ AGN. Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 199, exp. 22

⁶⁹⁸ AGN. Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 199, exp. 56

⁶⁹⁹ AGN. Instituciones Gubernamentales, vol. 1, exp. 218

⁷⁰⁰ "Ley Orgánica de la Instrucción Pública del Distrito Federal" (1871). En Castilla A. (redactor). *La Voz de la Instrucción*, pp. 11 y 12

⁷⁰¹ "Ley Orgánica de la Instrucción Pública en el Distrito Federal" (29 de abril de 1881). *El Telégrafo*, p. 1.

⁷⁰² Deschamps Ramírez P. y Ramos Lara M. (2012). "Enseñanza de la física en la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria (siglo XIX)". *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17 (54), p. 836.

⁷⁰³ Paz I. y Tornel M. *Nueva Guía de México*. México: Imprenta de I. Paz, pp. 404 y 405.

titulado de la Escuela Nacional de Medicina en 1872.⁷⁰⁴ Marín fue nombrado profesor titular de la clase en 1882 tras el cese de Peñafiel⁷⁰⁵ y Muycelo hacia 1885, siendo Carlos Macedo el ayudante.⁷⁰⁶ En 1888, Juan E. Martínez fue nombrado profesor interino⁷⁰⁷ y en 1889 Amancio Basurto ocupó este mismo cargo.⁷⁰⁸

Antonio Peñafiel Berruecos era originario de Atotonilco el Grande, Hidalgo. Algunas fuentes sitúan su nacimiento en 1830 y otras en 1839.⁷⁰⁹ Estudió en la Escuela de Medicina obteniendo el título de médico en 1867. En 1868 fue contratado como preparador de zoología y de botánica en el Museo Nacional, además ejerció como profesor de clínica externa para el Hospital Militar de San Lucas. En 1871 fue nombrado subdirector del Cuerpo Médico Militar. Sin embargo, como lo menciona Cházaro, su mayor interés fue la Historia. Primero, se interesó en la historia natural y, más tarde, abordó cuestiones de la historia de los llamados pueblos antiguos, la arqueología, el coleccionismo y las lenguas antiguas. Con sus compañeros del Museo Nacional Antonio Álvarez, Gumensindo Mendoza y Antonio del Castillo fundó la Sociedad Mexicana de Historia Natural y colaboró en *La Naturaleza*, la revista de esta Sociedad. Con estos naturalistas colaboró en distintas investigaciones sobre restos fósiles, el transformismo, la botánica y la zoología. En 1882, tras dejar el puesto de profesro de química en la Escuela Nacional de Agricultura, fue nombrado director de la recién creada Dirección General de Estadísticas, puesto que ocupó hasta 1910.⁷¹⁰

⁷⁰⁴ Muycelo J. (1872). *Elefanciasis de los Griegos* (Tesis de Licenciatura). Escuela Nacional de Medicina, portada.

⁷⁰⁵ AGN. Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 207, exp. 19.

⁷⁰⁶ Mata, F. (1886). *Anuario Universal y Anuario Mexicano para 1885 y 1886*. México: Tipografía Literaria, pp. 695 y 696

⁷⁰⁷ AGN. Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 208 exp. 28

⁷⁰⁸ AGN. Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 208 exp. 7

⁷⁰⁹ De la Torre Villar E. (1998). *Lecturas Históricas Mexicanas*. México, D.F.: Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, p. 498.

⁷¹⁰ Cházaro L. (2016). “Antonio Peñafiel Berruecos (1839-1922) y la gestión estadística de los datos nacionales”. *Estadística y Sociedad*, 4, pp. 136 y 137.

En el año de 1886 la carrera se denomina Ingeniero Agrónomo y su plan contempla estudios de Química general y de Química agrícola en el cuarto y quinto año respectivamente.⁷¹¹ En el año de 1889 se mencionaba que el profesor de Química agrícola era José C. Segura,⁷¹² quien obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en 1869.⁷¹³



Figura 19. Antonio Peñafiel

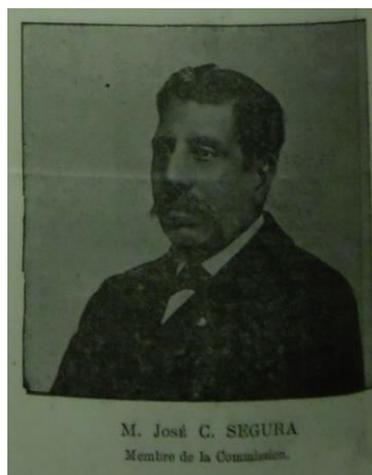


Figura 20. José C. Segura. La Presse Industrielle

En el año de 1893, el profesor y el preparador de la clase de Química agrícola eran los ingenieros agrónomos Basilio Romo y Manuel Pardo y Urbina. Cabe mencionar que para esos años la mayoría de los profesores fueron personas formadas en la misma escuela (ingenieros agrónomos y médicos veterinarios). De todos modos, aún había médicos que impartían clases como Manuel María Villada, José Ramírez y Porfirio Parra, quienes eran catedráticos de botánica agrícola, zoología agrícola y zootecnia, higiene y obstetricia respectivamente.⁷¹⁴ Hacia 1895 Pardo y Urbina ya era el profesor titular y el interino el médico Eduardo Armendáriz.⁷¹⁵ El profesor de Tecnología agrícola era Virgilio Figueroa.⁷¹⁶

⁷¹¹ “Oficial. Secretaría de Fomento” (7 de febrero de 1886). *La Voz de México*, p. 2.

⁷¹² “Plantas y frutas mexicanas en la Exposición de París” (8 de marzo de 1889). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 3.

⁷¹³ “La Republique des États-Unis Mexicains A l’Exposition Universelle de 1900” (1900). *La Presse Industrielle. Tirage de Luxe*, p. 10.

⁷¹⁴ “El nuevo personal de la Escuela de Agricultura” (26 de febrero de 1893). *La Voz de México*, p. 3.

⁷¹⁵ AGN. Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 211 exp. 37

⁷¹⁶ AGN. Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 204 exp. 6

El programa de 1893 contemplaba la asignatura de Química agrícola para el primer año de la carrera de Mayordomo de fincas rústicas y los temas que conformaban el programa eran: nutrición de la planta, germinación, asimilación del carbono, origen del hidrógeno, oxígeno y azoe en las plantas; materias minerales contenidas en ellas; formación de los principios útiles en las plantas; medios de reconocer los cuatro elementos agronómicos que constituyen los terrenos: Práctica, análisis física de las tierras.⁷¹⁷

A diferencia de otras escuelas superiores, en las que los aspirantes tenían que cursar los estudios preparatorios en la Escuela Nacional Preparatoria, para los estudiantes de la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria, estos estudios se hacían en la misma institución. En 1896 se decretó que quienes quisieran hacer estudios en la ENAV, tenían que cursarlos, a partir de entonces en la Escuela Preparatoria y serían los mismos que para las carreras de ingeniería para los ingenieros agrónomos y de medicina para los médicos veterinarios.⁷¹⁸

El programa del año de 1896 para la asignatura de Química agrícola, la cual se estudiaba en el primer año de la carrera, incluía Estudio de los fenómenos químicos de la germinación, nutrición, respiración y madurez de las plantas. Análisis de los elementos inmediatos de los vegetales cultivados; análisis de las tierras, de los mejoradores, de los abonos, forrajes, aguas y cenizas. Práctica de análisis de productos agrícolas.

Manuel Pardo y Urbina, en ese mismo año de 1896, mencionaba que la cátedra de Química aplicada a la agricultura a su cargo era parte de las carreras de Mayordomo y de Ingeniero agrónomo. Decía que la intención de la primera era "...educar personas que

⁷¹⁷ "Agricultura" (27 de enero de 1893). *La Patria*, p. 2.

⁷¹⁸ "Secretaria de Estado y del despacho de Justicia e Instrucción Pública" (15 de agosto de 1896). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* I (11), p. 328.

iniciadas en los conocimientos agrícolas pudieran con más propiedad encargarse del manejo de las fincas rústicas de poca importancia, o ayudar en sus labores a los ingenieros agrónomos en aquellas explotaciones que por su interés debían estar confiadas a personas de más luces...”.

Además, añade que

...es un error el pensar que se procura formar químicos de estos alumnos. Para emprender el estudio de la agricultura es indispensable iniciarlos, aunque someramente, en el estudio de la química general y de la aplicada á la agricultura.

Pero no es un estudio completo de la química general el que se les exige sino simples nociones, conocimientos generales y poco profundos de los principales é indispensables fenómenos químicos, que tiene que conocer, no solamente el que desee ocuparse de la agricultura, sino todo hombre medianamente ilustrado, tales como: nomenclatura ó arte de llamar los cuerpos químicos, lo que es el oxígeno, el hidrógenos, el agua, el azoe, el aire, el ácido nítrico y nitroso, el azufre, los ácidos sulfuroso, sulfúrico y sulfhídrico, el cloro, el ácido clorhídrico, el fósforo y el ácido fosfórico, el yodo, carbono, ácido carbónico y óxido de carbono, ácido carbónico y óxido de carbono, el silicio y la clasificación de los metaloides y metales. De los metales el potasio, sodio, calcio, manganeso, magnesio, aluminio, fierro, zinc, cobre, plomo, etc., así como sus principales combinaciones y compuestos. Los cuerpos orgánicos ternarios, cuaternarios y el estudio de algunos de ellos que por interés debe conocer el agricultor, todos estos estudios someros, deteniéndose únicamente en aquellas reacciones que puedan interesarle más tarde para la fácil comprensión de sus estudios futuros.

Armado de estos conocimientos ya puede el alumno abordar los de la química aplicada á la agricultura, tales como nutrición de las plantas, germinación, asimilación del carbono, del hidrógeno, oxígeno y azoe en las plantas, materias minerales contenidas en ellas, formación de los principios útiles á las plantas y los medios para reconocer los cuatro elementos agronómicos que constituyen los suelos agrícolas.⁷¹⁹

⁷¹⁹ Pardo y Urbina M. (1896). “Método seguido y reformas propuestas respecto de la clase de Química Agrícola en la Escuela Nacional de Agricultura”. *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, I (12) pp. 371-373

Pardo y Urbina menciona que él considera que el mejor método para la enseñanza es elegir un buen texto, sin embargo, el principal problema con esto es que la mayoría están en francés. Así que lo que él hacía con el libro de Nociones de Química General de Langlebert, que era el que usaba en su clase para la parte de Química general, era subrayar solo lo indispensable y dar explicaciones preliminares sobre estos temas. Para la parte de Química agrícola hacía que los alumnos transcribieran la parte que correspondía al programa marcado por la ley y también hacía explicaciones previas.

Para la carrera de Ingeniero agrónomo menciona que el plan de estudios comprende estudio de los fenómenos químicos de la germinación, nutrición, respiración y madurez de las plantas; análisis de los elementos inmediatos de los vegetales cultivados; análisis de las tierras de los mejoradores, de los abonos, forrajes, aguas y cenizas.

Además, comenta que.⁷²⁰

Como de aquí se desprende, el curso se puede considerar dividido en dos partes, una es la química agrícola y otra el análisis de materias agrícolas. Los alumnos cursantes de esta materia están en aptitud después de haber cursado ya cinco años preparatorios para emprender su estudio. La elección de los textos y los adoptados son el “Sabatier” para el estudio de la química agrícola y el “Grandeau” para el análisis de materias agrícolas en lo que se refiere al programa de la ley.

En 1896 también se impartía la asignatura de Tecnología agrícola en el tercer año de ingeniero agrónomo.⁷²¹

⁷²⁰ *Ídem*

⁷²¹ “Secretaría de Estado y del despacho de Justicia e Instrucción Pública” (15 de agosto de 1896). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* I (11), p. 329.

En 1897 y 1898 se utilizaba el libro de *Tratado de Química Agrícola* de Deherain.⁷²² En el año de 1899 se utilizaban también las obras de *Química en la Hacienda* de Warrington y *Análisis de las tierras* de José C. Segura para la carrera de Mayordomo de Fincas Rústicas y las de *Química agrícola* por Gain *Análisis de las materias agrícolas* por Vivier, para la asignatura de primer año de Química agrícola de Ingeniero Agrónomo.⁷²³ Este año el preparador de química agrícola y fisiología vegetal era el ingeniero agrónomo y médico Nicolás León.⁷²⁴

Para la asignatura de Tecnología agrícola se usaba el *Tratado de Química Industrial* de Wagner, Fisher y Gautier en 1898, la cual era asignatura de segundo año. En 1901 se empleaba también en esta misma cátedra *El azúcar y la industria azucarera* de Horsin Déon, *Fabricación del pulque* de José C. Segura, *Las materias grasas* de Willon y *La industria lechera* de Ferville.⁷²⁵

En 1905, el ingeniero agrónomo Ernesto Ruiz Erdozain retomó una propuesta hecha anteriormente por los ingenieros Gabriel Gómez y Andrés Basurto, quienes eran profesores de la ENAV. Ruiz Erdozain manifestaba que para ingresar a la escuela solo se exigía a los alumnos un certificado de instrucción primaria superior y que con eso se pretendía que estudiaran Química agrícola sin haber tomado un curso de Química general. Por eso se proponía que los ingenieros agrónomos llevaran un curso de Química superior y

⁷²² “Libros de texto para las Escuelas Nacionales Superiores”. (15 de febrero de 1898). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, II (23), p. 697.

⁷²³ “Obras de texto para las Escuelas Nacionales Superiores durante el año de 1899”. (15 de junio de 1899). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, pp. 449 y 450.

⁷²⁴ Figueroa Domenech J. (1899). *Guía general descriptiva de la República Mexicana. Tomo I. El Distrito Federal*. México: Ramón de S. N. Araluce Editor, p. 598.

⁷²⁵ “Obras de texto para la Escuela N. de Agricultura y Veterinaria” (15 de febrero de 1901). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, IV (18) p. 553

posteriormente uno de Análisis químicos de materias agrícolas y los mayordomos solo una de Nociones de ciencias físicas y naturales.⁷²⁶

En 1907 fueron nombrados profesor de Química agrícola Rafael Canalizo y preparador de física, química y tecnología Juan Salvador Agraz.⁷²⁷ Ese año el gobierno expidió una nueva ley sobre la organización de la enseñanza agrícola, en la que las carreras de Agrónomo e Ingeniero agrónomo e hidráulico incluían los cursos obligatorios de Química en el segundo año y Botánica en el tercero. La carrera de Ingeniero agrónomo e hidráulico contemplaba un curso de Análisis química en el sexto.

En 1921, durante el gobierno de Álvaro Obregón, se establecieron las carreras de Agrónomo, de Ingeniero agrónomo y de Mecánica agrícola. Los requisitos para ingresar era presentar un certificado de instrucción primaria superior y aprobar un examen de admisión que incluía aritmética y lengua nacional. La carrera de Agrónomo e Ingeniero agrónomo incluía las asignaturas de Química general en tercer año y Química agrícola en cuarto año. Para la de ingeniero agrónomo se debía cursar además la de Análisis químico en sexto año. La carrera de Mecánica agrícola no incluía cursos de química y solamente se estudiaban los combustibles y lubricantes dentro de la asignatura de Prácticas de Conocimientos y Manejo de Maquinaria Agrícola.⁷²⁸

Por otro lado, en el año de 1886 se introdujo la asignatura de Química, zoología y botánica en el tercer año de la carrera de Veterinario de acuerdo con la Ley de Instrucción para las Escuelas Nacionales de Ingenieros y Agricultura.⁷²⁹ Sin embargo no volvió a

⁷²⁶ Ruiz Erdozain E. (1º de julio de 1905). “Escuela Nacional de Agricultura”. *El Tiempo*, p. 2.

⁷²⁷ “Nombramientos” (21 de febrero de 1907). *El Tiempo*, p. 3.

⁷²⁸ “Reglamento que establece el nuevo Plan de Estudios de la Escuela Nacional de Agricultura” (29 de marzo de 1921). *Diario Oficial*, p. 6732.

⁷²⁹ “Oficial. Secretaría de Fomento” (7 de febrero de 1886). *La Voz de México*, p. 2.

aparecer la cátedra en los planes posteriores del siglo XIX y sería hasta la ley de 1907 en la que aparecen los cursos de Química en el segundo año y Química Biológica en el sexto.⁷³⁰

2.4. La enseñanza de la química en la Escuela de Artes y Oficios

Desde el decreto de 1843, mediante el cual se creaba la Escuela de Artes, se contempló el estudio de la química. Este estaba contemplado para la tercera clase y su programa se describía de la siguiente manera:

En los cursos de química se hará cada año aplicación a un ramo diverso, enseñándose sucesivamente la tintorería, la curtiduría, la fabricación de loza y porcelana, la vidriería y demás aplicaciones útiles de esta ciencia.⁷³¹

Este proyecto no llegó a materializarse y sería hasta 1856 cuando el gobierno de Comonfort lograría abrir la escuela de artes y oficios de la capital.⁷³² El Reglamento Interior de la Escuela Industrial de Artes y Oficios de 1857 establece que habrá en la institución un profesor de Química experimental y aplicada a las artes e industria. Esta cátedra se impartiría en el quinto año de la carrera.⁷³³ Sin embargo, en el Decreto del gobierno sobre arreglo de la Instrucción Pública del 15 de abril de 1861, se establece que el curso de Química aplicada a las artes e industria se impartiría en el tercer año.⁷³⁴

⁷³⁰ Molina O. (21 de diciembre de 1907). “La enseñanza especial agrícola”. *La Voz de México*, p. 1.

⁷³¹ “Decreto del gobierno. Establecimiento de las escuelas de agricultura y de artes”. En Dublán M. y Lozano J. (1876). *Legislación mexicana ó colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República. Tomo IV*. México: Imprenta del Comercio, p. 611.

⁷³² Uresty Vargas D. (2012). *La enseñanza técnica e industrial en México, el caso de la Escuela Nacional de Artes y Oficios (1868-1916)* (Tesis Master Erasmus Mundus TPTI). Université Paris 1 Pantheon-Sorbonne, p. 34.

⁷³³ Siliceo M. (1857). “Reglamento Interior de la Escuela Industrial de Artes y Oficios”. En Dublán M. y Lozano J. *Legislación mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República. Tomo VIII*. México: Imprenta del Comercio, 1877, p. 527 y 541.

⁷³⁴ “Decreto del gobierno sobre arreglo de la Instrucción Pública”. En En Dublán M. y Lozano J. *Legislación mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República. Tomo IX*. México: Imprenta del Comercio, 1878, p. 154.

En la Ley Orgánica de la Instrucción Pública del Distrito Federal de 1869 se establece que en la Escuela de Artes y Oficios se estudiarán las materias de Química general en el cuarto año, y de Química mineral y orgánica aplicada a la industria en el quinto.⁷³⁵

De 1870⁷³⁶ a 1874 el catedrático de química de la Escuela de Artes y Oficios era Gumesindo Mendoza, y el preparador José Donaciano Morales en 1872⁷³⁷ y Adolfo Medina en 1873⁷³⁸ y 1874. Víctor Lucio se desempeñó como adjunto a partir de 1874.⁷³⁹

Desde 1878⁷⁴⁰ el profesor de química en la ENAO fue el médico y farmacéutico Manuel Iriarte y Hermosilla.⁷⁴¹ El cargo de preparador lo tenían Manuel Cordero, Gregorio Uribe⁷⁴² y el médico Benjamín Leal.⁷⁴³ Para este curso el doctor Iriarte escribió la obra “Elementos de química general para uso de los obreros” publicada en 1900, un año antes de su muerte la cual ocurrió en 1901.⁷⁴⁴ Los temas de este texto se muestran en el cuadro 2.25.

Cuadro 2.25. Temas en el libro de Manuel Iriarte *Elementos de química general para uso de los obreros* de 1901

Definición de la química	Sulfato de calcio. Yeso
Utilidad de los conocimientos químicos	Metales de la segunda sección: Magnesio, manganeso
Estados de la materia	Metales de la tercera y cuarta sección- Hierro, fundición, acero
Cuerpos simples y compuestos	Principales sales de hierro
Análisis y síntesis	Carbonato de hierro
Metaloides y metales	Sulfato de hierro
Mezclas y combinaciones	
Cohesión y sus efectos	

⁷³⁵ “Ley Orgánica de la Instrucción Pública del Distrito Federal” (1871). En Castilla A. (redactor). *La Voz de la Instrucción*, p. 8 y 39.

⁷³⁶ Pérez J. (1871). *Almanaque de las Oficinas y Guía de Forasteros*. México: Imprenta del Gobierno, p. 56.

⁷³⁷ “El Químico, Profesor José D. Morales” (1929). *La Farmacia*, 15 p. 226

⁷³⁸ Pérez J. (1873). *Segundo Almanaque Estadístico de las Oficinas y Guía de Forasteros*. México: Imprenta del Gobierno, p. 143

⁷³⁹ Pérez J. (1874). *Almanaque Estadístico de las Oficinas y Guía de Forasteros*. México: Imprenta del Gobierno, p. 70 y 71.

⁷⁴⁰ “Personal de la Escuela Nacional de Artes y Oficios” (8 de julio de 1878). *La Escuela Nacional de Artes y Oficios* I (2), p.

⁷⁴¹ “Profesores” (6 de abril de 1881). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 2. y “Jurisprudencia Federal” (23 de noviembre de 1886). *El Foro*, p.2.

⁷⁴² Mata, F. (1886). *Anuario Universal y Anuario Mexicano para 1885 y 1886*. México: Tipografía Literaria, p. 678.

⁷⁴³ Leal posteriormente sería nombrado profesor de botánica de la Escuela Normal para Maestros y profesor de zoología, encargado de la sección de entomología, antropología y anatomía comparada del Museo de Historia Natural. “Boletín de la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes” (20 de junio de 1912). *La Patria*, p. 4.

⁷⁴⁴ “Propiedad literaria” (26 de febrero de 1902). *El Correo Español*, p. 2

Afinidad y sus modificaciones
 Nomenclatura química
 Hidrógeno
 Oxígeno
 Agua
 Nitrógeno
 Aire atmosférico
 Combinaciones del nitrógeno con el oxígeno
 Amoniacó
 Cloro
 Ácido clorhídrico
 Azufre
 Fósforo
 Carbono
 Diamante
 Grafito
 Hulla
 Antracita
 Lignito y turba
 Carbón de leña
 Carbón animal
 Coke y carbón de retortas
 Negro de humo
 Combustión
 Gas o anhídrido carbónico
 Sulfuro de carbono
 Metales
 Densidad
 Tenacidad
 Maleabilidad
 Ductibilidad
 Fusibilidad
 Conductibilidad para el calor y la electricidad
 Brillo y color
 Aleaciones
 Acción del oxígeno, del aire, del azufre y del cloro sobre los metales
 Propiedades generales de las sales
 Leyes de Bertollet
 Acción de los ácidos sobre las sales
 Acción de las bases sobre las sales
 Acción de las sales unas sobre otras
 Principales géneros de sales: carbonatos, nitratos, sulfatos
 Metales de la primera sección:
 Potasio
 Carbonato de potasio bruto o potasa del comercio
 Nitrato de potasio o nitro pólvora
 Sodio
 Carbonato de sodio bruto o sosa del comercio
 Cloruro de sodio
 Principales sales amoniacaes
 Sesquicarbonato de amoniaco
 Sulfato neutro de amoniaco
 Cloruros de hierro
 Ferrocianuro de potasio
 Azul de prusia
 Nickel, cobalto, cromo
 Zinc
 Óxido de zinc
 Principales sales de zinc
 Sulfato de zinc
 Cloruro de zinc
 Estaño
 Óxidos y sales de estaño
 Metales de la quinta sección- Cobre
 Principales compuestos de cobre
 Plomo
 Óxidos de plomo
 Sales de plomo
 Metales de la sexta sección- Aluminio, sílice
 Óxidos de aluminio
 Sales de aluminio-alumbre
 Alumbre calcinado
 Sílice y silicatos
 Arcillas, lozas
 Lozas
 Porcelana, Loza, alfarería
 Mercurio
 Óxidos de mercurio
 Sales de mercurio
 Sulfuro de mercurio
 Plata
 Usos de la plata
 Plateado
 Coloración en negro de la plata
 Nielados
 Oro
 Usos del oro
 Dorado
 Dorado galvánico
 Platino
 Alcalimetría
 Clorometría
 Barnices
 Barnices de aceite
 Barniz de cáñamo o alfombra
 Tinta de imprenta
 Barniz graso
 Barnices de alcohol
 Barnices alcohólicos colorados
 Barnices de esencia de trementina
 Mastiques
 Mastiques de cal
 Mastiques de aceite
 Mastiques resinosos
 Mastiques de hierro
 Mastiques de almidón
 Fabricación de la cola
 Cola de piel

Nitrato de amoniaco
Clorhidrato de amoniaco
Calcio, bario y estroncio
Carbonato de calcio y calcáreos
Calcáreos o piedras calcáreas

Cochura de las colas materia
Moldeado de la jalea
Desecación de la cola
Cola de huesos
Cola líquida
Cola de pescado o ictiocola
Succidaneos de la cola
Conservación de la madera
Medios empleados para conservar la madera
Desecamiento aéreo
Modificación química de los elementos de la savia
Mineralización de la madera
Método de impregnación

Fuente: Iriarte, 1900

En ese mismo año de 1901 se propuso la introducción de una cátedra de química enfocada en el reconocimiento de resistencia de materiales de construcción modernos, tales como la piedra de cemento y cantería, hierro dulce, madera de toda de ladrillos, etc.⁷⁴⁵

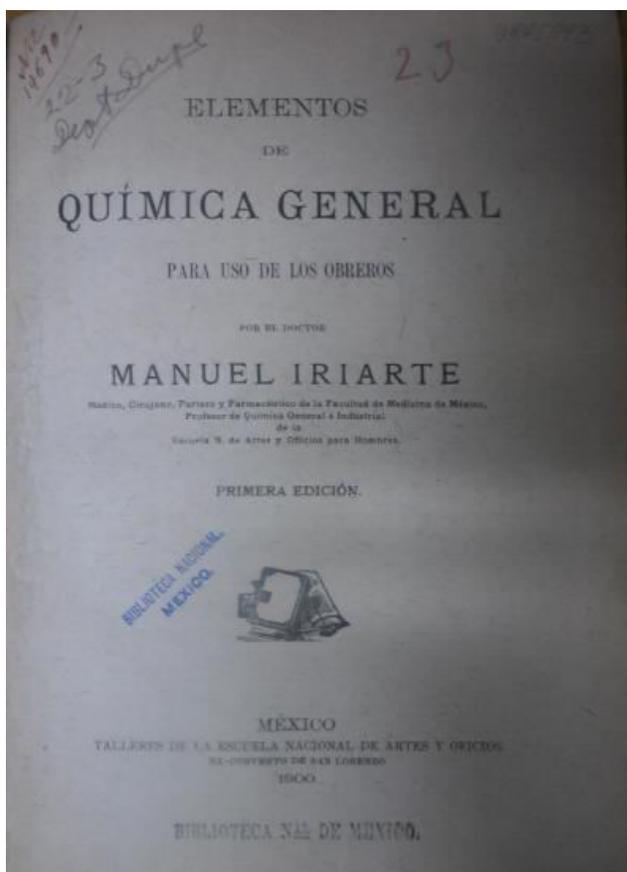


Figura 21. El libro de Manuel Iriarte, “Elementos de Química General para uso de los obreros” de 1900. Fotografía del autor.

⁷⁴⁵ “Nueva cátedra” (17 de enero de 1901). La Voz de México, p. 2.

Una visita a la Escuela Nacional de Artes y Oficios para Hombres

Verdadera satisfacción nos produjo el pasar unas cuantas horas contemplando la manera como el gobierno imparte enseñanzas prácticas a los jóvenes que luego han de ser hábiles obreros y honrados industriales. Quizás si muchos que se dedican pomposamente al ejercicio de carreras facultativas en las cuales suelen fracasar, se dedicaran a un oficio, seguramente que habrían de vencer mejor en las luchas de la vida; pero ciertas ideas de todas variedades, pierden inteligencias que en otro orden de trabajos habrían de lucir, a no dudarlo.

Este importantísimo plantel educativo que hoy por hoy se encuentra en un desarrollo admirable y digno de alabarse, tuvo sus vicisitudes que reflejaron, en cierta manera, las que atravesó México desde que se hizo independiente, por la inestabilidad de sus gobiernos y por el ambiente poco propicio en aquel entonces a la instrucción de los obreros.

En 1843, el gobierno tomando en cuenta ciertas necesidades del pueblo, instituye una Dirección General de Industria, y por Decreto de 2 de Octubre del mismo año, dimanado de aquella, se fundan dos escuelas, una de Agricultura y otra de Artes. A los 10 años, en Octubre también de 1853 otro decreto dió más firmeza a lo establecido con anterioridad, pues lo cierto es que semejante reforma, no había tomado mucha consistencia. En 1856, en el gobierno de Comonfort decretóse en 18 de Abril establecer una Escuela Industrial de Artes y Oficios, para lo cual se señalaron fondos propios y se construyó un edificio dirigido por el señor Miguel López, y cuya casa estaba contigua a la Escuela de Agricultura de entonces; y más adelante trasladóse a San Jacinto, y la verdad es que tomó cierto incremento la instrucción de las artes y de los oficios, pues se llegó a tener en Julio de 1857 hasta 107 alumnos, dando las clases 20 oficiales de talleres. Un incendio casi dejó en ruinas el edificio, y fue



Clase de electricidad práctica.

Figura 22. Nota sobre la ENAO. HNDM

2.5 La química en la Escuela Nacional Preparatoria

Leopoldo Río de la Loza fue uno de los profesores encargados de diseñar el primer plan curricular de la Escuela Nacional Preparatoria en 1867. En este primer plan, se estableció una cátedra de química en el cuarto año y era parte de las materias obligatorias y comunes de los estudios preparatorios para todas las carreras.

El primer catedrático de esta asignatura fue el mismo Río de la Loza, quien la impartió de 1871 a 1873. Utilizó en estos primeros años los textos de Introducción al estudio de la química de su autoría y la Química General de Pelouze y Fremy. Este profesor también se

encargó de establecer el gabinete de química.⁷⁴⁶ El preparador para la parte experimental fue Manuel Río de la Loza, quien poseía el título de Hidroagrimensor otorgado por la Escuela de Agricultura en 1860. En un principio, como la recién inaugurada escuela no contaba con un laboratorio de química, el profesor Río de la Loza impartió la parte experimental en la Escuela de Medicina.⁷⁴⁷

Desde el principio, la cátedra de química tuvo un carácter eminentemente experimental, así lo describe León:

El profesor Río de la Loza, a pesar de su edad, nunca faltó a sus clases y llegaba con anticipación para supervisar las preparaciones de sus demostraciones. En varias ocasiones llevó a su cátedra instrumentos y aparatos de su propiedad de los que carecía el gabinete de Química de la ENP, por ejemplo, los modelos en madera de las diferentes formas de cristales de los siete sistemas, la balanza de precisión de Platner, una colección mineralógica de Europa y otra del país que él había formado; posteriormente, fueron cedidos al gabinete de la escuela por Río de la Loza. Al iniciar los cursos, Río de la Loza siempre tuvo disponibilidad de coordinar las actividades experimentales con el preparador para realizar las prácticas en el laboratorio. Siempre mostró su habilidad para manipular los instrumentos y aparatos de su gabinete como las retortas y matraces.⁷⁴⁸

Por problemas de salud, Río de la Loza no pudo continuar con al cátedra por lo que fue sustituido por el médico Juan María Rodríguez y Arangoiti, quien la impartió hasta su muerte en 1894.⁷⁴⁹ El preparador era el médico y farmacéutico Andrés Almaraz. Rodríguez y Almaraz comentaban que Río de la Loza era partidario del equivalentismo, es decir, no aceptaba la teoría atómica y por lo tanto no la usaba en sus cursos.⁷⁵⁰ Los autores que utilizó

⁷⁴⁶ León Olivares F. (2016). “La cultura material en la cátedra y gabinete de Química de la Escuela Nacional Preparatoria a finales del siglo XIX”. *Educación Química*, 27, pp. 75 y 76.

⁷⁴⁷ Chamizo J. y Gutiérrez M. (2010). 1867: El inicio de la enseñanza química en la Escuela Nacional Preparatoria. En Ruiz R., Argueta A. y Zamudio G. (coordinadores.), *Otras armas para la Independencia y la Revolución. Ciencias y Humanidades en México*. México: Fondo de Cultura Económica, p. 144

⁷⁴⁸ León Olivares F. (2016). *op. cit.*, p. 77

⁷⁴⁹ “Dr. Juan María Rodríguez” (26 de junio de 1894). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 2.

⁷⁵⁰ León Olivares F. (2016). *op. cit.*, p. 78.

Rodríguez en la cátedra de química fueron Regnault, Pelouze y Fremy y Troost y al igual que su antecesor no era partidario de atomismo.⁷⁵¹

Juan María Rodríguez fue discípulo de Río de la Loza. Realizó sus estudios de medicina entre 1850 y 1854 obteniendo el título en 1855.⁷⁵² Se desempeñó como profesor de física en el Colegio de San Gregorio. Por su iniciativa, se fundó la primera sociedad de química en México cuando aún era estudiante de preparatoria en 1849: La Sociedad de Químicos Entusiastas. Además, propuso la creación de una cátedra gratuita de química en el Colegio de San Juan de Letrán. Una breve biografía póstuma relataba que:

Cursaba apenas una de las preparatorias de la medicina, la química, y al punto estimó que el libro era nada sin el laboratorio, que la teoría era deficiente sin la práctica, y reunió á sus condiscípulos, sobre quienes ejercía verdadero influjo, y los invitó a fundar una Sociedad que llamó *entusiasta de químicos*, y luchó con la tenacidad del apóstol hasta establecerla en un sótano de la calle de las Escalerillas. Pero aquel sótano, con los esfuerzos de Juan Ma. y de sus compañeros, todos pobres pero valientes luchadores por la vida, quedó convertido en un perfecto laboratorio de química, y allí inauguró la Sociedad, presidida por el inmortal maestro el Sr. Leopoldo Río de la Loza.⁷⁵³

Dentro de los trabajos del área de la química que llegó a publicar se encuentran *Sobre la inversión de los Polos* en 1849, *Curiosos efectos producidos en el horno de Mr. Moissan por medio de la acción simultánea de las radiaciones eléctricas y caloríficas*⁷⁵⁴ y *Los meteoritos de Chupaderos* ambos de 1893.⁷⁵⁵ Como profesor de química de la ENP se decía que: “...es un profesor excelente; conoce la Química en todas sus partes y lo que es más,

⁷⁵¹ Noriega J. (1934). *op. cit.*, pp. 246 y 247.

⁷⁵² Rodríguez Pimentel L. (2003). “En memoria del Dr. Juan María Rodríguez Arangoiti, ilustre obstetra mexicano (1828-1894). *Gaceta Médica de México* 139 (5), p. 527.

⁷⁵³ “Dr. Juan María Rodríguez” (26 de junio de 1894). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 2

⁷⁵⁴ Rodríguez J. (19 de mayo de 1893). “Curiosos efectos producidos en el horno de Mr. Moissan por medio de la acción simultánea de las radiaciones eléctricas y caloríficas”. *La Voz de México*, p. 1.

⁷⁵⁵ Rodríguez J. (6 de febrero de 1893). “Los meteoritos de Chupaderos”. *El Siglo Diez y Nueve*, pp. 2 y 3.

sabe transmitir á sus alumnos los conocimientos que posee. ¡Lástima que pretenda que sus discípulos sepan tanto como él y sea un poco exigente en los exámenes!...”⁷⁵⁶

A su vez Francisco Vairal expresó que “...En esa cátedra de Química adquirió gran reputación. Era de aquellas en que, por lo amenas, tenía mayor promedio de asistencias que las demás del mismo Establecimiento. Sabía enseñar, y a la vez que inculcaba a los discípulos los altos fundamentos de la Química, los conducía a su aplicación práctica con gran tino, y con especialidad a nuestro país, nacionalizándola, por decirlo así.”⁷⁵⁷

Además de destacar en el área de la química, Rodríguez también fue quizá el obstetra más reconocido de su tiempo. Dentro de su obra escrita, la cual estuvo dedicada principalmente a la obstetricia, se encuentra la obra *Guía clínica del arte de los partos* publicada en 1878.⁷⁵⁸ También era el encargado de la cátedra de Clínica de Obstetricia en la Escuela Nacional de Medicina y Presidente de la Academia de Medicina de México.⁷⁵⁹ Por las tardes atendía su consultorio de lunes a sábado, en el que los martes y los viernes daba consultas gratuitas a los pobres.⁷⁶⁰

⁷⁵⁶ “Notabilidades médicas de México. Dr. D. Juan María Rodríguez” (4 de mayo de 1890). *El Tiempo*, p. 1.

⁷⁵⁷ Díaz y de Ovando, C. y García Barragán E. (1972). *La Escuela Nacional Preparatoria. Los afanes y los días. 1867-1910*. Tomo II, México: UNAM- Instituto de Investigaciones Estéticas

⁷⁵⁸ “Guía clínica” (24 de diciembre de 1878). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 3.

⁷⁵⁹ “El Sr. Dr. D. Juan María Rodríguez” (26 de junio de 1894). *El Tiempo*, p. 2.

⁷⁶⁰ “Miscelánea” (30 de mayo de 1893). *La Voz de México*, p. 3.



Figura 23. Miembros de la Sociedad Familiar de Medicina. Sentados de izquierda a derecha Eduardo Liceaga, Francisco Barssetti, Miguel F. Jiménez, Manuel Carmona y Valle y Juan María Rodríguez. De pie en el mismo sentido: José María Bandera, Francisco Chacón y Manuel Domínguez. (Campos-Navarro y Coronado, 2009).



Figura 24 El Dr. Juan María Rodríguez Arangoiti (Barbosa y Zacarías, 2014).

En el año de 1874, las lecciones de química impartidas por Juan María Rodríguez comprendieron los temas mostrados en el cuadro 2.26:

Cuadro 2.26. Temas impartidos por Juan María Rodríguez en la cátedra de Química de la ENP en 1874.

Del fósforo y sus compuestos	Estudio de la combustión
Los Principales compuestos del fósforo	Estudio sobre el hidrógeno
Aplicaciones y usos de este metaloide	Ligereza y propiedad endosmótica de este gas
Del arsénico y de sus combinaciones con el oxígeno y el hidrógeno	Armonía química
Los compuestos arsenicales	Lámpara filosófica
Procedimientos químico -legales para descubrir el arsénico en casos de envenenamiento	Eslabón hidroxígeno
Del carbono.	Propiedades reductoras del hidrógeno
Variedades naturales y artificiales.	Calor que produce su combustión
Sus diversos usos y aplicaciones.	Aplicaciones: fusión del platino, volatización del oro, de la plata y del cobre
Principales combinaciones del carbono con otros cuerpos	Del agua
Aplicaciones del carbón a la industria y a la pirotecnia	Análisis y síntesis del agua
Estudio del carbón en sus diversas variedades, de sus varias aplicaciones y de los principales compuestos que forman con los metaloides y los metales	Sus propiedades físicas y químicas
Del ácido carbónico, óxido de carbono e hidrógeno proto y bicarbonado.	Composiciones del agua ordinaria. Aguas llamadas gorda y delgada
Gas de alumbrado.	Gases sustancias orgánicas y anorgánicas disueltas en ella
Sulfuro de carbono	Aguas pluviales
Del cianógeno y del ácido cianhídrico	Aguas potables
Compuestos oxigenados de cianógeno	Aguas calcáreas y salitrosas
Fulminatos de mercurio y de plata	Aguas minerales
Del silicio y sus principales combinaciones	Agua oxigenada y sus usos
Del silicón y sus principales combinaciones	Estudio de las aguas salitrosas, calcáreas, incrustantes y petrificantes
Composición de la mayor parte de las piedras preciosas	Medios de reconocerlas y hacerlas potables o aplicables a la industria y usos domésticos
Conclusión del silicio	Agua de pozos artesianos, del pozo de la Villa de Guadalupe, del Peñón de los Baños, del ojo de San Pablo (Puebla) y de Atotonilco
Del bario y sus compuestos	Del cloro: sus propiedades desinfectantes y decolorantes
Generalidades sobre los metales	Del yodo y sus compuestos: aplicaciones que de éstos se han hecho a la industria y a la medicina
Conclusión sobre las generalidades de los metales	

Fuente: Díaz y de Ovando y García Barragán, 1972

Andrés Almaraz sustituyó a Juan María Rodríguez en la cátedra de química de la Escuela Nacional Preparatoria. De él dijo Juan Manuel Noriega: "...fue un buen químico y tiene a su favor el mérito de haber introducido la química atómica..."⁷⁶¹ Por su parte Adolfo Castañares expresó: "...muy versado en la historia de la Química y conocedor, gracias á su portentosa memoria, de una buena parte de la literatura científica de su época, y dotado al mismo tiempo de fogosa imaginación y espíritu inquieto, se lanza con frecuencia á las especulaciones teóricas más atrevidas desdeñando y haciendo punto omiso de hechos que á una inteligencia menos bien forjada que la suya, hubieran arredrado..."⁷⁶²

El texto que utilizó fue el *Tratado elemental de química* de Troost y sus apuntes intitulados *Método rápido para el reconocimiento cualitativo de las principales sales orgánicas empeadas en la medicina, la industria y las artes*. León menciona que "...el documento muestra la introducción del concepto de átomo y molécula bajo el marco referencial de la Teoría atómica que se consolidaba en Europa".⁷⁶³

Almaraz desde mediados de 1879 había establecido unas academias de química:

Desde pasado mañana se abrirán en este establecimiento academias públicas de química práctica, bajo la dirección del preparador D. Andrés Almaraz.

Las lecciones se darán los martes, jueves y sábados de cada semana, a las cuatro de la tarde, y en ellas se enseñarán las materias siguientes:

1ª Descripción, uso y aplicación de los utensilios y aparatos empleados en un laboratorio.

2ª Estudio teórico -práctico de las nueve operaciones principales de la química: división, solución, determinación de los pesos y volúmenes, fusión, solución, cristalización, precipitación, eliminación y destilación. Al hacerse este estudio, se presentarán ejemplos prácticos, tomados de la extracción y

⁷⁶¹ Noriega J. (1934). *op. cit.*, p. 245

⁷⁶² Castañares A. (1911). *op. cit.*, p. 9.

⁷⁶³ León Olivares F. (2016). *op. cit.*, pp. 78 y 79.

preparación de los cuerpos en la industria, manifestándose las modificaciones que sufren los aparatos en su aplicación industrial.

3ª Preparación y purificación de los reactivos.

4ª Determinación del género y especie de las diferentes sales, y reconocimiento de los óxidos básicos, neutros o indiferentes.

5ª Manejo y aplicación del soplete en el reconocimiento de las sustancias anorgánicas.

6ª Reconocimiento de mezclas, tanto por la vía seca como por la húmeda.

7ª Estudio de las reacciones de los principales alcaloides, y manera de extraerlos.

8ª Hidrotrimetría. Uso de los licores acidimétricos, alcalimétricos y clorométricos.

9ª Ensayo de las principales sustancias alimenticias.

10ª Estudio comparativo de los métodos sintético y analítico empleados en química orgánica y anorgánica conforme a las recientes doctrinas de Berthelot y Hoffmann.

Los temas que se abordaron en los exámenes de química en el año de 1904 se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.27. Temas de los exámenes de Química en la ENP en 1904

Molécula, átomo, cuerpo simple, compuesto	Cetonas y quinonas, manera de obtenerlas y propiedades químicas que presentan
Sustancias gelatinosas y albuminosas	Aldehídos; manera de obtenerlas, propiedades que presentan y estudio detenido del etanal
Alcaloides; sus propiedades, extracción y usos	Estudio del Carbón en sus diferentes estados alotrópicos de diamante, grafito, antracita, hulla y turba, sus propiedades físicas y químicas y usos que tienen
Símbolos, fórmulas y ecuaciones químicas	Carbón de madera coke, humo de ocote y carbón animal, su preparación y estudio
Valencia y atomicidad	Silicio y Estaño
Amidas y nitrilas piridina y quinoleína	Fenoles monoácidos; estudio general de dichos cuerpos y en particular del ácido fénico
Distinción entre la Física y la Química	Fenoles diácidos, triácidos, pirogalol y alfenoles
Fenómenos químicos endotérmicos y exotérmicos, análisis y síntesis	Ácido ortocarbónico, carbónico ordinario, óxido de carbono y bióxido de carbono
Leyes de las combinaciones químicas, peso molecular y atómico y modo de determinarlo	Ácidos ortosilícico silícico ordinario, bióxido de silicio
sAminas; glicocola, betaina, neurina y lecitina	Sulfuro de carbono; su preparación, propiedades y usos
Hidracinas, fosfinas, arsinas y estibinas	Alcoholes exácidos, manita, dulcita y sorbita; su constitución química, manera de existir en la naturaleza y propiedades que presentan
Hidrógeno; sus métodos de extracción; propiedades físicas y químicas que presenta y usos que tiene	Alcoholes pentácidos, arabita, xilita y adonita
Éteres simples, compuestos y mixtos; manera de obtenerlos, propiedades que presentan y papel que desempeñan en las reacciones químicas	Alcoholes triácidos y tetraácidos, especialmente la glicerina y sus compuestos
Fluoro y cloro; métodos de extracción, propiedades y usos que tienen.	
Bromo y Yodo; manera de ponerlos en libertad; estudio químicos de ellos y usos á que están destinados	
Combinaciones de los cuerpos alógenos dan con el hidrógeno y propiedades que presentan los ácidos	

fluorhídrico, clorhídrico, bromhídrico y yodhídrico
 Tanino, ácidos gálico y salicílico
 Ácidos cítrico, tártrico y málico
 Ácido láctico
 Ácidos oxálico, succínico y phtálico
 Oxígeno y Ozono; modos de obtener dichos cuerpos y propiedades químicas y físicas que presentan; aplicaciones que tienen
 Estudio del Azufre, del Selenio y del Teluro
 Agua, su constitución química demostrada analítica y sintéticamente, aguas naturales, su estudio y clasificación
 Agua oxigenada, diversos modos de producirla, sus propiedades y usos
 Hidrógeno sulfurado, su preparación, propiedades, usos, y aplicaciones
 Combinaciones del Cloro Bromo y Yodo, con el oxígeno y el oxidrilo
 Ácidos metanóico, etanóico y benzoico, su esdio químico y preparación sintética
 Métodos de preparación, propiedades generales y clasificación de los ácidos orgánicos
 Anhídridos del Azufre, y ácidos sulfúrico y piro sulfúrico
 Ácido hiposulfuroso y bióxido de Azufre
 Estudio del Azoe y del aire atmosférico
 Fermentaciones diversas, almidón y celulosa
 Dextrina, gomas y mucilagos
 Fósforo lúcido y rojo, extracción y propiedades físicas y químicas que tienen, y usos a que se les destina
 Arsénico, Antimonio y Bismuto, su estado en la naturaleza, su extracción y propiedades
 Amoniaco e hidroxilamina; su preparación, propiedades y usos.
 Hidrógenos, fosforados y arseniados; su preparación, propiedades físicas y químicas que presentan
 Sacarosas y glucosas
 Cloruros de Fósforo y de Azoe
 Compuestos oxigenados del Azoe, protóxido, bióxido y tetraóxido
 Ácido azotoso y azótico
 Ácido hipofosforoso, ácido fosforoso y orthofosfórico, sus preparaciones, pro'piedades y usos
 Ácido metafosfórico y pirofosfórico, su preparación y propiedades
 Ácidos arsenioso y arsénico trióxido y pentaóxido de arsénico
 Investigaciones químico-legales del Arsénico y compuestos del Antimonio y del Bismuto
 Boro, anhídrido bórico y ácido bórico
 Sodio y sus compuestos
 Alcoholes monoácidos primarios, secundarios y terciarios
 Metanol y Etanol
 Estudio del Potasio y sus compuestos
 Plata, sus ligas y compuestos binarios y salinos
 Calcio, sus compuestos oxigenados y salinos, vidrio y cristal
 Estroncio, Bario y sus compuestos
 Compuestos organometálicos, manera de prepararlos, propiedades que presentan, especialmente el estudio del zinc etilo
 Magnesio; su óxido, sulfato y carbonato
 Zinc y estudio de su óxido y sulfato
 Mercurio y sus compuestos
 Estudio del petróleo y gas de alumbrado
 Derivados clorados, bromados y yodados de los hidrocarburos y estudio del cloroformo y yodoformo
 Constitución de la fena y estudio de los carburos C^nH^{2n-6}
 Naptena y de los carburos de la serie C^nH^{2n-12}
 Antracena y carburos de la serie C^nH^{2n-18} su fórmula de constitución, preparación y propiedades
 Estudio del Cobre y sus compuestos
 Plomo; su metalurgia, sus propiedades y la de sus compuestos
 Albayalde y óxidos de Plomo; sus propiedades y usos que tienen
 Hidrocarburos no saturados, y estudio en particular de la etena y etina
 Oro, su metalurgia, ligas y compuestos
 Hidrocarburos saturados, su estudio y fórmulas de constitución
 Aluminio y sus compuestos salinos
 Cuerpos elementales y sus combinaciones
 Ácidos, bases y sales
 Leyes de Berthollet
 Metana y derivados
 Nomenclatura de los hidrocarburos
 Cromo y sus compuestos
 Estudio del Manganeso, de sus óxidos y de sus sales
 ¿Cuáles son las diferentes funciones orgánicas?
 Hierro; su metalurgia y afinación
 Fundiciones y aceros y estudio de las sales ferrosas y férricas
 Clasificación de los elementos y reglas para su nomenclatura. Reglas de nomenclatura de los cuerpos compuestos
 Níquel y Cobalto y compuestos que de ellos se derivan
 Platino y sistema periódico de los elementos

Fuente: AHUNAM: Cuestionarios para los exámenes de Química en la Escuela Nacional Preparatoria, 1904

De acuerdo con una nota periodísticas, eran pocos los alumnos que se presentaban al examen de química:

Tan difícil es la enseñanza profunda, en un año, de la ciencia de Berthelot, que en el presente únicamente una tercera parte de los cursantes de dicha materia en la Preparatoria se presentarán a examen. Cada año cuando más veinte alumnos, de sesenta o noventa que son, se encuentran aptos y con valor para sujetarse a examen.

No es extraño que hoy sólo una tercera parte se crea apta: la ciencia química es difícil, en el año no basta para la práctica, las lecciones no dan suficiencia para la teoría, a pesar de la sabiduría y constancia del profesor, y la terminología embrolla al cerebro mejor constituido.

A principios del siglo XX el reglamento de la escuela contemplaba que los alumnos de química y de mineralogía debían realizar excursiones acompañados por sus maestros. En el año de 1903, se realizó una excursión al Cerro del Peñón en la que

...se comprobó lo que el profesor de la clase de química les había indicado respecto al ácido salicílico en pegaduras en las grietas de las rocas, que al desprenderse el bióxido de carbono del agua en que estaba disuelto, se precipita al ácido quedando adherido a las rocas en forma de calcedonia y de otras de sus variedades.

Los alumnos recorrieron el cerro recogiendo ejemplares de las grietas. En las aguas de los manantiales se comprobó la existencia del bióxido de carbono y se determinó la temperatura de las aguas que es de cuarenta y dos grados centígrados. Se recogieron en pequeños recipientes algunas cantidades de este líquido para analizarlas en el Laboratorio de la Escuela.

Por lo que respecta a los excursionistas de la clase de mineralogía, fueron también importantes los estudios efectuados que se relacionaron con la formación de las rocas, fenómenos plutonios allí efectuados, etc...

En el año de 1905 la excursión se llevó a cabo en Texcoco:

En las Salinas estudiaron la producción de la soda del comercio, los procedimientos para la extracción del cloruro de sodio, así como del aprovechamiento del "tequesquite" en la soda comercial. Recogieron

datos y una colección de vistas fotográficas para dar cuenta por medio de proyecciones, de este interesante viaje.

Hicieron una visita a las dos fábricas de vidrio, en donde, además de haber observado la serie de manifestaciones para obtener el producto, estudiaron comparativamente la fuerza calorífica del gas y de la leña para activar los hornos.

Visitaron por curiosidad el legendario “Puente de las Naves” que, según tradición, se construyó para conmemorar una hazaña de Hernán Cortés, consistente, según reza una inscripción, en haber quemado varios esquifes que servían para la navegación palustre de sus tropas a fin de obligarlas a afrontar a pie firme a sus enemigos.

Y en 1906, se realizó en Pachuca, Hidalgo:

El sábado último, a las primeras horas de la mañana, salieron de esta capital, rumbo a Pachuca, los alumnos de las clases de química y mineralogía de la Escuela Nacional Preparatoria, bajo la dirección de los señores profesores de química, Andrés Almaraz y Julián Sierra; de mineralogía, señor Ing. Guillermo Beltrán y Puga, y de inglés, señores Ferriz y Collyer.

Al llegar a Pachuca los excursionistas, fueron atentamente recibidos por el señor don Pedro. L. Rodríguez, gobernador del Estado, quien les proporcionó una comisión para que los acompañara a visitar algunos de los principales lugares donde pudieran hacer estudios prácticos; la comisión nombrada por el señor gobernador, cumpliendo galantemente su encargo, llevó a los señores profesores y alumnos a visitar la hacienda de beneficio “La Unión” y la mina de “San Rafael”. Extensas explicaciones hicieron en estos lugares los profesores a sus alumnos, sobre las materias observadas.

Al regresar a Pachuca los excursionistas, fueron obsequiados por el señor gobernador con un lunch.

Por la tarde, pasaron a visitar el Instituto Científico del Estado, donde fueron recibidos por la Dirección y el profesorado del establecimiento, que prodigaron a los visitantes toda clase del establecimiento, que prodigaron abundantes datos, para que se formara idea exacta del régimen del plantel.

A las siete de la noche del mismo día, regresaron a esta capital los excursionistas, muy complacidos del galante recibimiento que les hicieron, tanto el gobernador del Estado de Hidalgo, como el director y alumnos del Instituto Científico y las demás personas que los acompañaron.

Como estas excursiones de práctica, son sin duda de gran utilidad para los alumnos, el señor Dr. D. José Terrés, director de la Preparatoria, ha tomado verdadero empeño para que, en lo sucesivo, sigan efectuándose dichas excursiones en las que tomarán parte los alumnos de las demás cátedras.

En 1905 se abrió el concurso de oposición para ocupar la plaza de preparador de Química en la Escuela Nacional Preparatoria. Se presentaron al concurso el químico Juan Salvador Agraz y Julián Sierra y Domínguez, ganando éste el concurso. Una nota periodística dio así la noticia:

El Sr. Agraz en todas sus pruebas demostró que posee vastos conocimientos en tan difícil materia y tal vez á esto se deba la manifestación cariñosa que recibió del concurso formado por médicos, farmacéuticos y estudiantes; sin embargo el agraciado fué el Sr. Sierra.

Cuando las personas que integraron el jurado, aparecieron en la puerta del aula fueron rudamente ciceados por un grupo de estudiantes que creyó injusto el fallo.⁷⁶⁴

Almaraz falleció en el año de 1909 y fue sustituido por Julián Sierra,⁷⁶⁵ quien además de ser preparador de esta institución era profesor de química en la Escuela Normal para profesoras. El cargo de Preparador encargado de las Academias de Química que hasta entonces había desempeñado Sierra fue ocupado por Roberto Medellín.⁷⁶⁶ Para 1912 el profesor de esta asignatura era Adolfo P. Castañares.⁷⁶⁷

2.6 Otras instituciones educativas

2.6.1 El Colegio Militar y la Escuela Práctica Médico Militar

La intención de crear en México una Academia de Cadetes en 1822 era la de establecer una institución para formar ingenieros militares y uniformar y homogeneizar el

⁷⁶⁴ “La oposición de Química en la Escuela Preparatoria” (24 de noviembre de 1905). *Diario del Hogar*, p. 3.

⁷⁶⁵ Varios años después, de 1921 a 1924, Julián Sierra sería el director de la Escuela Nacional de Industrias Químicas, actual Facultad de Química.

⁷⁶⁶ “Últimos nombramientos en la Preparatoria” (22 de abril de 1909). *El Tiempo*, p. 3.

⁷⁶⁷ “La Conferencia Internacional de Química” (8 de septiembre de 1912). *La Patria*, p. 2.

conocimiento que recibían los cadetes de los distintos cuerpos del ejército. Esta academia dio paso al Colegio Militar, el cual se estableció en 1823 en la Fortaleza de San Carlos en Perote, Veracruz. En el año de 1827 se trasladó a la Ciudad de México. A partir de entonces el Colegio Militar se auxilió para sus cátedras de otras instituciones educativas como el Colegio de Minería y la Academia de San Carlos.⁷⁶⁸

En 1833 se redactó un proyecto educativo para la enseñanza militar. En éste se dividía educación en tres periodos y las disciplinas militares que se impartían eran Infantería, Caballería, Artillería e Ingeniería. La Infantería y la caballería solo cursaban el primer periodo, la Artillería hasta el segundo y la Ingeniería los tres.⁷⁶⁹

En ese año incluyó el estudio de la química para el segundo periodo, es decir, formaba parte de los estudios de los ingenieros y los oficiales de artillería. La cátedra se denominaba Física y Química y comprendía los temas de lecciones de propiedades generales de los cuerpos, acústica, electricidad y magnetismo, óptica, perspectiva, meteorología, cristalografía, medición de altura con barómetro, afinidades calóricas, metales usados en las artes militares, cuerpos simples no metálicos y metalurgia. En 1845 se evaluaron los temas de química bajo a instrucción del coronel Sebastián Guzmán,⁷⁷⁰ quien era “General graduado y Profesor de instrucción facultativa”.⁷⁷¹

En 1852 se estableció un laboratorio para las lecciones de química dentro del Colegio. Martínez González opina que las clases de química anteriores a este año quizá las hayan tomado los alumnos en el Colegio de Minería como ocurrió en otras disciplinas.⁷⁷²

⁷⁶⁸ Martínez González X. (2012). *Prensa escrita, disciplinas escolares y libros en la educación científico-militar de México (el Colegio Militar 1823-1860)* Tesis de Maestría. UAM Iztapalapa, pp. 56-58.

⁷⁶⁹ Correa Binimelis V. (2016). *Historia institucional de la educación del Heroico Colegio Militar de México (1822-1871)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Sebastián, p. 101

⁷⁷⁰ Martínez González X. (2012). *op. cit.*, pp. 80 y 81.

⁷⁷¹ Correa Binimelis V. (2016). *op. cit.*, p. 116

⁷⁷² Martínez González X. (2012). *op. cit.*, 81

En 1868, se estableció un nuevo plan curricular en el que la enseñanza se dividía en Instrucción General, para Caballería e Infantería, Instrucción Científica para las armas especiales e Instrucción especial para cada arma.

En este caso la cátedra de Física experimental y química inorgánica eran parte del segundo año de la instrucción científica (quinto general, pues la Instrucción General duraba tres años). Y en el segundo año de la Instrucción especial se impartía Aplicación de las ciencias físicas y químicas a las artes militares como asignatura común para el aprendizaje de todas las armas.⁷⁷³

Algunos profesores que impartieron la clase de química en el Colegio Militar fueron el médico y farmacéutico Andrés Almaraz a partir de 1891 y el ingeniero José Guadalupe Aguilera. A su vez, el médico José Guadalupe Lobato fue preparador de Química en 1886.⁷⁷⁴ Por otro lado, en el año de 1880 el Coronel Médico Cirujano Francisco Montes de Oca y Saucedo le propuso a Porfirio Díaz la creación de una escuela de medicina militar para la formación de los médicos que ocuparan las plazas de cirujano de ejército en las corporaciones del ejército federal. La Escuela Práctica Médico Militar se inauguró en 1881.⁷⁷⁵ La cátedra de Química Médica de esta institución fue ocupada por el Teniente Coronel Felipe Rodríguez por lo menos en la última década del siglo XIX.⁷⁷⁶

2.6.2 La Escuela de Comercio

A partir de 1886 se introdujo la cátedra de Química aplicada al comercio en la Escuela Superior de Comercio y Administración. En la Ley para la enseñanza comercial para el

⁷⁷³ Correa Binimelis V. (2016). *op. cit.*, p. 110

⁷⁷⁴ Cárdenas Méndez J. (2012). *op. cit.*, p. 200.

⁷⁷⁵ Moreno Guzmán A. (2016). "Síntesis histórica de la Escuela Médico Militar". *Rev. Sanid. Milit. Med.* 70 (1), pp. 158 y 159.

⁷⁷⁶ "Escuela Práctica Médico Militar". (1º de febrero de 1892). *El Siglo XIX*, p. 3.

Distrito Federal de 1903 se estipula la materia de Química aplicada al comercio para la enseñanza superior comercial, específicamente para el primer año de la carrera de Perito Empleado de la Administración Pública. A partir de 1914, el curso de Química aplicada al Comercio se dividió en dos cursos anuales para esta misma carrera y para aspirante a la carrera consular. En 1916, la Carrera Civil Superior de la Escuela Superior de Comercio y Administración incluía en sus estudios Nociones de física y de química en el primer año y de Química aplicada al comercio en el segundo.

Los profesores de Química aplicada al comercio fueron Pedro de la Garza⁷⁷⁷ y el farmacéutico egresado de la Escuela de Medicina Francisco Llamas.⁷⁷⁸ Además, el ingeniero coronel Pedro L. de la Cerda como preparador de Química a principios de siglo. El ingeniero químico de origen inglés James McConnell Sanders fue nombrado profesor interino de química en 1907.⁷⁷⁹ Por su parte a de la Cerda se le otorgó la cátedra a partir de 1909. El libro de texto utilizado era la versión castellana de la Química de Langlebert. En 1916, Agustín García Figueroa⁷⁸⁰ y Urbano Alderete fueron nombrados profesores de química en esta institución.⁷⁸¹

2.6.3 Las Escuelas Normales y de educación básica

Desde el primer plan de estudios de la Escuela Normal de Profesores de 1887, se contempló el estudio de la química. En el plan de ese año se incluye la materia de Química agrícola e industrial.⁷⁸² En los proyectos de planes de estudio surgidos de los Congresos de Instrucción también se contemplaron cátedras de química con diferentes denominaciones:

⁷⁷⁷ AGN. Justicia e Instrucción Pública, caja 47, exp. 67.

⁷⁷⁸ “Los farmacéuticos en México” (15 de marzo de 1890). *La Voz de México*, p. 3.

⁷⁷⁹ AGN. Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 52, exp. 14.

⁷⁸⁰ AGN. Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 57 exp. 20

⁷⁸¹ AGN. Instrucción Pública y Bellas Artes, caja 57 exp. 2

⁷⁸² Jiménez Alarcón M. (1987). *La Escuela Nacional de Maestros, sus orígenes*. México, D.F.: SEP, p. 99.

Elementos de química general, agrícola e industrial (1890) y Química experimental (1892).⁷⁸³

En el plan de estudios de 1893, el curso de química se fusionó con el de física y la asignatura se denominó Física y química y era parte del tercer año. En el cuarto año se impartía Botánica y zoología y en el quinto Mineralogía y geología.⁷⁸⁴

Los catedráticos de química durante los primeros años de las Escuela Normal para Profesores fueron ingenieros, médicos y farmacéuticos. El ensayador Fernando Ferrari y Pérez,⁷⁸⁵ así como los médicos y farmacéuticos Francisco Río de la Loza, Adolfo Olmedo⁷⁸⁶ y Francisco Javier de la Sota y Riva⁷⁸⁷ impartieron Elementos de Química general en esta institución. El médico Luis Troconis Alcalá en 1887⁷⁸⁸ y Rafael Aguilar y Santillán de 1892 a 1909 fueron los preparadores de Física y Química en esta institución.⁷⁸⁹

Adolfo Olmedo recibió el título de farmacéutico por parte de la Escuela Nacional de Medicina. Fue profesor de Química en la Escuela Normal de Maestros de 1908 a 1916 y de Química General en la Escuela de Ingenieros Mecánicos y Electricistas a partir de 1912 y en 1916 de Química Industrial por petición de los alumnos. También se desempeñó como Inspector Químico en la Contraloría General de la Nación.⁷⁹⁰

Fernando Ferrari y Pérez recibió el título de ensayador en 1878 en la Escuela de Ingenieros. En 1879 fue preparador de Química, auxiliando al profesor Guillermo Hay.⁷⁹¹

⁷⁸³ Meneses Morales E. (1998). *Tendencias educativas oficiales en México 1821.1911*. México, D.F.: CEE, Universidad Iberoamericana, p. 470.

⁷⁸⁴ Meneses Morales E. (1998). *op. cit.*, p 514.

⁷⁸⁵ Bazant M. (2006). *Historia de la educación durante el Porfiriato*. México, D.F.: El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos, p. 147.

⁷⁸⁶ "Don Adolfo Olmedo" (12 de noviembre de 1921). *Biblos*, p. 181

⁷⁸⁷ Sanchíz J. y Conde Díaz Rubín J. (2005). "La familia Monterde y Antillón en Nueva España. Reconstrucción genealógica. Segunda Parte". *Estudios de Historia Novohispana*, 33, p. 142

⁷⁸⁸ "Nombramientos" (22 de febrero de 1887). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 3.

⁷⁸⁹ "D. Rafael Aguilar y Santillán". (1920). *Biblos II* (81), p. 121.

⁷⁹⁰ "Don Adolfo Olmedo" (1921). *Biblos III* (147), p. 181.

⁷⁹¹ Cárdenas Méndez J. (2012). *op. cit.*, p. 132 y 291.

También se desempeñó como profesor de Tecnología Agrícola en la Escuela Nacional de Agricultura.⁷⁹² Como miembro de la delegación mexicana que participó en la Exposición Universal de París, el gobierno le encargó que adquiriera aparatos para las clases de Química, Meteorología y Astronomía de la Escuela Nacional Preparatoria.⁷⁹³ También fue colaborador del Instituto Médico Nacional.⁷⁹⁴ Asimismo, realizó otras actividades como la presidencia de la Sociedad Fotográfica Mexicana, la dirección de la revista ilustrada de artes y ciencias “El Cosmos” en 1892 y 1893,⁷⁹⁵ el establecimiento de un museo comercial para la exposición de productos nacionales agrícolas, industriales y mineros en 1898,⁷⁹⁶ y comisionado en las exposiciones de Chicago (1892),⁷⁹⁷ Madrid (1893),⁷⁹⁸ y París (1900).⁷⁹⁹

Manuel Ramírez Palacios (1845-1901), Julián Sierra,⁸⁰⁰ Luis Gonzaga León Mondragón (conocido como Luis G. León) y Juan Mansilla Río fueron los profesores de química en la Escuela Normal para Profesoras. León además fue preparador de clases experimentales en ambas instituciones.⁸⁰¹

La formación de estos profesores era más variada. Mansilla Río hizo los estudios de ingeniería de minas en la Escuela Nacional de Ingenieros, aunque no se graduó.⁸⁰²

⁷⁹² “La République des États-Unis Mexicains A l’Exposition Universelle de 1900” (1900). *La Presse Industrielle. Tirage de Luxe*, p. 9.

⁷⁹³ “Otras mejoras en la Preparatoria” (1900), *La Patria*, p. 3.

⁷⁹⁴ “Instituto Médico Nacional” (1899). *Guía General Descriptiva de la República Mexicana*, p. 597.

⁷⁹⁵ “El Cosmos” (21 de diciembre de 1892). *La Patria*, p. 3

⁷⁹⁶ “Buena Idea” (26 de marzo de 1898). *El Popular*, p. 2.

⁷⁹⁷ “El Sr. Don Fernando Ferrari Pérez” (14 de junio de 1892). *La Voz de México*, p. 3.

⁷⁹⁸ “México en la Exposición de Madrid” (16 de marzo de 1893). *La Voz de México*, p. 2.

⁷⁹⁹ “Méjico en París” (22 de junio de 1900). *El Tiempo*, p. 1.

⁸⁰⁰ “Sección de Química” (2 de diciembre de 1908). *El Tiempo*, p. 2.

⁸⁰¹ López Caraballo E. (2014). *Enseñanza de la historia: Héroes de la independencia en el libro de texto de Luis G. León, 1901-1911*. Tesis de Licenciatura. Universidad Pedagógica Nacional, p. 41.

⁸⁰² Ramos Lara M. (2007). *Los ingenieros promotores de la física académica en México (1910-1935)*. Revista Mexicana de Investigación Educativa 12 (35), p. 1257.

Manuel Ramírez era ensayador e ingeniero topógrafo e hidrógrafo por la misma institución.⁸⁰³ Además de su desempeño como profesor de química, estuvo al frente de las cátedras de matemáticas y física en la Escuela Nacional Preparatoria, de física en el Colegio Militar, de telegrafía y de matemáticas en la Escuela Práctica, de telegrafía en la misma Escuela Normal para Profesoras⁸⁰⁴ y de física y química en la Escuela Nacional Secundaria de Niñas.⁸⁰⁵



Figura 25. Fernando Ferrari Pérez. La Presse Industrielle



EL Sr. INGENIERO D. MANUEL RAMIREZ.

Figura 26. Manuel Ramírez Palacios. HNMD

Luis G. León (1866-1913) hizo sus estudios elementales en el Colegio Rode y posteriormente en el Colegio Militar⁸⁰⁶ obteniendo el título de Ingeniero Militar. En 1893, ingresó a la Escuela Normal de Profesoras como preparador, auxiliando a Manuel Ramírez.

⁸⁰³ Cárdenas Méndez J. (2012). *op. cit.*, p. 294.

⁸⁰⁴ “El Sr. Ingeniero D. Manuel Ramírez” (1° de julio de 1901). *El Arte y la Ciencia. Revista Mensual de Bellas Artes e Ingeniería*, p. 59

⁸⁰⁵ Mata, F. (1886). *Anuario Universal y Anuario Mexicano para 1885 y 1886*. México: Tipografía Literaria, p. 687.

⁸⁰⁶ Espinosa Aldama M. (2010). *La propagación de la cultura científica a través de la Sociedad Astronómica de México (1910-1916)* (Tesis de Maestría). UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, p. 15.

Posteriormente obtuvo la plaza de profesor de física en la Escuela Nacional Preparatoria por oposición. Dentro de las múltiples actividades que realizó se encuentran la fundación de la Sociedad Astronómica de México y la dirección del Observatorio Meteorológico de la Escuela Normal para Profesoras.⁸⁰⁷ León Tuvo una extensa obra escrita sobre diversidad de disciplinas como astronomía, física, química e historia. Los libros de química que publicó fueron *Química para niños* y *Química Popular*. En la primera edición de este último texto menciona que:

La Química es una ciencia enteramente experimental, y los maestros que tratan de enseñar esa materia por medio de clases orales y pintando figuras en el pizarrón *pierden lastimosamente el tiempo*. Por desgracia este caso es muy frecuente.

En muchas escuelas no dan importancia a la parte práctica, y en otras, aun cuando cuentan con los elementos, no los aprovechan por temor a un accidente (según dicen), pero realmente por desconocer el manejo de los aparatos.

Con el tiempo todas las escuelas que dependen del gobierno contarán con laboratorios de química bastante completos, y el Sr. Director General de Instrucción primaria desea lograr esto a la mayor brevedad. Respecto a las escuelas particulares, me voy a permitir dar un consejo a los señores Directores. Así como se pide a los padres de familia que compren a sus hijos libros, cajas de compases, atlas de Geografía, lápiz y papel, goma y carboncillo, pídase que les compren conforme se vayan necesitando, aparatos de química (que son tan baratos), y cuando llegue el fin del año cada alumno contará con un pequeño laboratorio, que tan útil le será cuando, más tarde, curse Química en la Escuela Nacional Preparatoria.⁸⁰⁸

⁸⁰⁷ *Ídem.*

⁸⁰⁸ León L. (1912). *Química Popular*. México: Herrero Hermanos, pp. 7 y 8.



Figura 27. Luis G. León



Figura 28. Química para los niños por Luis G. León

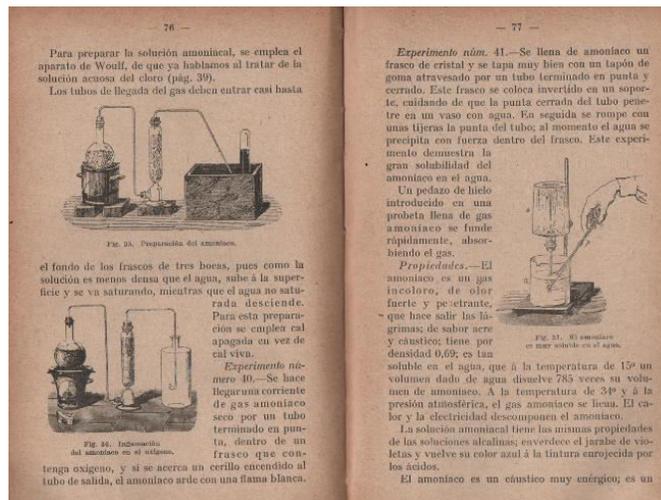
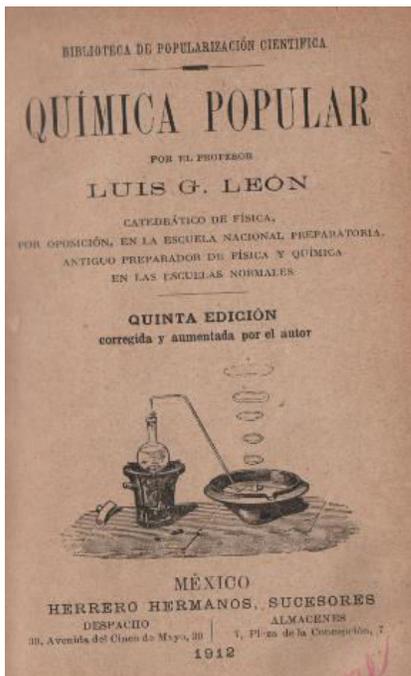


Figura 29. Química Popular por Luis G. León

Algunas instituciones de educación básica también incluyeron la química dentro de sus planes curriculares. Por ejemplo, desde la Ley Orgánica de la Instrucción Pública en el Distrito Federal de 1869 se estableció la asignatura de Rudimentos de física y química aplicadas a las artes,⁸⁰⁹ en la Escuela Nocturna para Adultos la cual se reitera en el Proyecto de Ley Orgánica de la Instrucción Pública en el Distrito Federal de 1881.⁸¹⁰ En 1873 el profesor de esta materia era Rafael Velasco.⁸¹¹

Otro caso fue el de las dos Escuelas Primarias Industriales que empezaron a funcionar a partir de 1910 en la Ciudad de México. Tanto en la Escuela Primaria Industrial “José María Chávez”, la cual era para varones como en la Escuela Primaria de Arte Industrial “Corregidora de Querétaro”, que era para mujeres, se impartía el curso de Química Aplicada a la Industria. En la primera fue catedrático de esta asignatura el farmacéutico Roberto Medellín y en la segunda Felipe Sierra Domínguez.⁸¹²

2.6.4 La Escuela Nacional de Altos Estudios

Ramos Lara menciona que la Escuela Nacional de Altos Estudios, fundada en 1910, fue el espacio que permitió a ciertas disciplinas como la química contar con “...la expectativa de conformar estudios propios, desarrollar ciencia básica y aplicada, impartir cursos a niveles superiores a los usualmente ofrecidos en los estudios profesionales y formar profesores ampliamente capacitados en diversos niveles educativos...”.⁸¹³

⁸⁰⁹ “Ley Orgánica de la Instrucción Pública del Distrito Federal” (1871). En Castilla A. (redactor). *La Voz de la Instrucción*, p. 3.

⁸¹⁰ “Proyecto de Ley Orgánica de la Instrucción Pública en el Distrito Federal”. (29 de abril de 1881). *El Telégrafo*, p. 1.

⁸¹¹ Pérez J. (1873). *Segundo Almanaque Estadístico y Guía de Forasteros*. México: Imprenta del Gobierno, en Palacio, p. 144

⁸¹² “Notas de la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes. Sección de Educación Normal y Especial”. (15 de febrero de 1912). *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*, p. 558.

⁸¹³ Ramos Lara M. (2014). “La Química en los inicios de la Escuela Nacional de Altos Estudios”. En Ramos Lara y León Olivares F. (coordinadores). *Aportes recientes a la historia de la química en México*. México, D.F.: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, p. 173.

Dentro del programa aprobado por el Congreso Universitario en 1911, la Segunda Sección de estudios llamada de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales contaba con los cursos necesarios de Fisicoquímica, Química general, Química orgánica y Química biológica, además dentro de los cursos útiles se encontraba el de Historia de la Física y de la Química.

En la práctica, en 1912, Adolfo P. Castañares impartió el curso libre de Métodos de investigación de la química orgánica.⁸¹⁴ En 1913, se dieron los cursos de Química Inorgánica, el cual estaba dividido en la parte teórico-experimental y en la parte práctica. Estos cursos fueron impartidos por Castañares y Ricardo Caturegli, respectivamente, en la Escuela Nacional de Medicina. Ambos contaron con Manuel Sánchez Mejorada como ayudante. En 1914 se incorporó a la escuela Juan Salvador Agraz e impartió el curso de Introducción al estudio de la alta química, en el cual, como lo menciona Ramos Lara, trató el tema de filosofía química en la primera parte.⁸¹⁵ Estos cursos se agrupaban en una subsección denominada de Estudios Fisicoquímicos, y se impartirían en los laboratorios de las Escuelas Nacionales (Preparatoria, Ingenieros y Medicina).⁸¹⁶

Uno de los objetivos de esta subsección, planteado en 1913, era formar profesores aptos de física y química (principalmente para escuelas secundarias, preparatorias y normales) y peritos idóneos para dirigir técnicamente explotaciones fisicoquímicas. El plan de estudios pretendía ser a la letra "...un sistema coordinado de estudios teóricos y prácticos de las diversas divisiones de la física y de la química así como el de la indispensable síntesis físico-química, el de la geología y geografía física de México, especialmente para entender bien la distribución de los productos y las energías aprovechables físico-químicamente y la

⁸¹⁴ Menéndez L. (1996). *op. cit.*, p. 80.

⁸¹⁵ Ramos Lara M. (2014). *op. cit.*, p. 183.

⁸¹⁶ "Boletín Informativo de la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes. Sección Universitaria" (26 de agosto de 1913). *La Patria*, p. 3

indispensable ciencia y arte de la educación, psicología y metodología general para la práctica de la enseñanza de las más adecuadas aptitudes docentes...”⁸¹⁷

Incluso se pretendía que en esta institución se formaran los profesores de Física y Química de provincia, pues la dirección exhortó a los gobernadores que pensionaran alumnos para hacer sus estudios en la ENAE. Asimismo, se pretendía que estos estudiantes aprendieran a dirigir técnicamente explotaciones industriales basados en estas ciencias y contribuir al desarrollo de las riquezas naturales del país.⁸¹⁸

En el plan de 1916, se reglamentaron los grados de Profesor Académico, Profesor Universitario, Maestro Universitario y Doctor Universitario. Estos grados contaban con especialidades. Una de ellas era Profesor Universitario en el área de Química General y Análisis Químico, la cual tenía una duración de tres años.⁸¹⁹ Ese mismo año se abrió un curso libre Química clínica cuya duración sería de dos años y el profesor encargado de impartirla era Julián Sierra.⁸²⁰

En el año de 1918, las cátedras de Química de la ENAE, la cual desde 1917 se encontraba ubicada en la calle de Lic. Verdad,⁸²¹ se trasladaron al Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de México la cual estaba ubicada en Tacuba.⁸²²

⁸¹⁷ Menéndez L. (1996). *op. cit.*, p. 92.

⁸¹⁸ “Boletín Informativo de la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes. Sección Universitaria” (4 de septiembre de 1913). *La Patria*, p. 3.

⁸¹⁹ Menéndez L. (1996). *op. cit.*, p. 117

⁸²⁰ “Nueva asignatura en la Escuela de Altos Estudios” (17 de octubre de 1916). *El Nacional*, p. 8.

⁸²¹ “Por la Escuela de Altos Estudios” (14 de enero de 1917). *El Pueblo*, p. 9.

⁸²² “Las clases de Química se darán en Tacuba, D.F.” (5 de febrero de 1918). *El Pueblo*, p. 5.

CAPÍTULO 3

LA PROFESIONALIZACIÓN DE LA QUÍMICA EN MÉXICO

3.1 Asociaciones científicas

3.1.1 La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística

Como se ha visto anteriormente las actividades de docencia, de difusión y de investigación vinculadas con la botánica, la minería y la medicina fueron cruciales para el desarrollo de la química en México durante el siglo XIX.⁸²³

El Real Seminario de Minería fue la institución que formó los primeros profesores e individuos que se dedicaron a la docencia, a la difusión, a la investigación y a las actividades industriales a través de actividades comisionadas por el gobierno o de interés particular. Los profesores de química transmitieron a algunos de sus estudiantes el deseo de realizar investigaciones de frontera, emprender actividades industriales vinculadas con la química, aplicar la química a otros campos como la agricultura y la industria, de atender ciertas necesidades del país como las del sector salud (epidemias, regulación de medicamentos, etc.), e incluso de continuar con el trabajo docente en las instituciones educativas que se fueron creando tanto en la capital como en provincia en el México decimonónico.⁸²⁴

Los primeros profesores de química mexicanos se formaron en Real Seminario de Minería. Estos individuos realizaron una labor, hasta entonces inédita, en la formación de profesionales que optaron por la química como profesión. Son los casos de Manuel Cotero,

⁸²³ Cárdenas Méndez J. y Ramos Lara M. (2014). “Docencia, difusión e investigación de la química en el colegio de Minería”. En Ramos Lara y León Olivares F. (coordinadores). *Aportes recientes a la historia de la química en México*. México, D.F.: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, pp. 27-33

⁸²⁴ Cárdenas Méndez J. y Ramos Lara M. “Incipientes expresiones asociacionistas de la química en México. Formación de una masa crítica” (inédito)

Manuel Herrera, Pío Septién, Juan Méndez, Leopoldo Río de la Loza y José María Vargas. Algunos de ellos fueron alumnos de Fausto Delhuyar, de Luis Lindner o del propio Cotero en la cátedra de Química. Sin embargo, todos fueron discípulos de Andrés del Río, quien tuvo una vida académica muy longeva siendo catedrático de mineralogía en esta institución durante casi medio siglo.⁸²⁵

Río de la Loza y Vargas tomaron las clases en el Real Seminario de Minería, sin embargo, eran estudiantes de medicina y farmacia. Ambos se destacan por haber sido los profesores fundadores de las cátedras de química y farmacia, respectivamente y porque desempeñaron su actividad docente durante un largo periodo de tiempo. Río de la Loza fue profesor de la cátedra de Química (denominada Análisis química a partir de 1867) en la Escuela de Medicina desde 1843 hasta 1873, mientras que Vargas fue el catedrático de Farmacia de 1833 a 1875.⁸²⁶ Prácticamente todas las generaciones de médicos y farmacéuticos egresados de esa institución fueron alumnos de Río de la Loza y de Vargas desde su inauguración y durante los siguientes treinta o cuarenta años, y los profesores que los sustituirían y que impartirían clases incluso durante varios años del siglo XX fueron discípulos suyos.

En el Colegio de Minería hubo más movimiento de profesores de Química y Mineralogía. En el periodo que va de 1796 a 1875 habían sido catedráticos de Química Fausto Delhuyar, Luis Lindner, Manuel Cotero, Manuel Herrera, Ignacio Hierro, Patricio Murphy y José María César y en Mineralogía, Andrés del Río, Juan de Arezorena, Juan Méndez, Antonio del Castillo, Próspero Goyzueta y Santiago Ramírez.⁸²⁷

⁸²⁵ Cárdenas Méndez J. (2012). *op. cit.*, p. 200.

⁸²⁶ *Ídem*

⁸²⁷ *Ídem*

Tanto los profesores del Colegio de Minería como de la Escuela de Medicina llegaron a converger en comisiones del gobierno y en asociaciones científicas. En algunos casos estos mismos profesores organizaron sus propias sociedades cuyos fines abarcaban los temas de minería, de medicina, de farmacia y de química.

Fue hasta principios del siglo XX, que se consolidó la primera Sociedad de Química y que se inauguró la primera Escuela de Química. En este sentido observamos que se dio un proceso natural de institucionalización y profesionalización. Y aunque no se profundiza en este trabajo en ese proceso aparece también el asociacionismo y la industrialización. Una hipótesis, que falta estudiar más a fondo, es que en el siglo XIX apenas se estaba formando esa masa crítica que permitiera la formación de una sociedad y de una escuela dedicadas a la química.

Las asociaciones científicas que se organizaron primeramente en México fueron el Instituto de Ciencias, Literatura y Artes (1826) y la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (1833), originalmente denominada Instituto Nacional de Geografía y Estadística. Cárdenas y Ramos mencionan que “...este organismo científico acogió a la comunidad científica nacional de esa época y dio a la imprenta investigaciones de casi todas las áreas del conocimiento, entre los cuales se encuentran las ciencias químicas...”⁸²⁸ La creación de esta institución se le acredita a Valentín Gómez Farías y a Bernardo Angulo.⁸²⁹

Los primeros socios y el presidente de esta institución, José Gómez de la Cortina, fueron elegidos por el propio gobierno. Los gobernadores de los estados fueron nombrados socios honorarios corresponsales. En el cuadro 3.1 se muestran los primeros socios:

⁸²⁸ Cárdenas Méndez J. y Ramos Lara M. “Incipientes expresiones asociacionistas de la química en México. Formación de una masa crítica” (inédito)

⁸²⁹ Olavarría y Ferrari E. (1901). *La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*. Reseña histórica. México: Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, p. 5

Cuadro 3.1. Lista de Socios del Instituto Nacional de Geografía y Estadística en 1833-1835

<i>Socios de número</i>	<i>Socios honorarios</i>
Manuel Gómez Pedraza	Federico Guerolt
José Gómez de la Cortina	Cayetano Moro
Ignacio Mora	N. Galván
Tomás Ramón del Moral	N. Rujendas
Joaquín Velázquez de León	Socios corresponsales
Juan Orbezo	Mariano Rivas
Miguel Bustamante	Marcos Esparza
Ignacio Cuevas	Rafael Durán
Luciano Castañeda*	José María Echandía
Carlos García	Mariano Cal
Manuel Castro	Juan José Romero
Onofre Arellano	Ignacio Alcocer
Juan Arago	Domingo Lazo de la Vega*
Mariano Sánchez Mora	N. Bulkar
Manuel Gómez	Baron de Humboldt
Ignacio Iniestra	<i>En 1835</i>
Sebastián Guzmán	Andrés Quintana Roo
Manuel Reyes	Manuel Carbajal
Benigno Bustamante	Andrés del Río
Ignacio Serrano	Juan Nepomuceno Almonte
José María Durán	Pedro García Conde
Cástulo Navarro	Manuel Ruiz de Tejada
Manuel Ortiz de la Torre	Manuel Heredia
José María Castelazo	José Ignacio Iberri
	Ramón Pacheco
	Constantino Tarnava
	Luis Berlandier
	Francisco Vecelli

*No aparecen en la lista de 1835
Fuente: Olavarría y Ferrari, 1901

Gómez de la Cortina era originario de la Ciudad de México. Hizo estudios de Ingeniería Militar en la Academia Militar de Alcalá de Henares en la que obtuvo por oposición la cátedra de Geografía. En España fue miembro de algunas sociedades y academias e hizo publicaciones de “diversas Memorias científicas y obras biográficas y literarias...”. Se dice que ya en México impartía lecciones gratuitas de literatura, historia y geografía en su propia casa. Gómez de la Cortina estuvo en la lista de desterrados del gobierno de Santa Anna cuando nulificó las reformas de Gómez Farías.⁸³⁰

⁸³⁰ *Ibidem*, p. 8

Este instituto se dividió en cuatro secciones: Geografía, Estadística, Observaciones geográficas, astronómicas y meteorológicas y Adquisición de materiales. Esta Institución “...al Gobierno dejó únicamente el cuidado de suministrar aquellos datos que son resultado del desempeño de los cargos administrativos, como, por ejemplo, las indicaciones parciales de la población, de las rentas de la agricultura, del producto del comercio, del estado de la industria, del número de animales productivos, y otras noticias que no es fácil que pueda conseguir una corporación puramente científica, y mucho menos un particular”.⁸³¹

Tras declararse nulas las reformas hechas por Gómez Farías, el Instituto dejó de funcionar. No obstante, en 1835 se reestableció y Gómez de la Cortina regresó de su destierro, quien reasumió la presidencia y, además, fue nombrado Gobernador del Distrito Federal. Posteriormente desempeñaría los cargos de Ministro de Hacienda y de Relaciones Interiores y Exteriores en las administraciones de Anastasio Bustamante y de Antonio López de Santa Anna, respectivamente.⁸³²

En marzo de 1839 apareció el primer número del Boletín del Instituto Nacional de Geografía y Estadística, en el que se incluyeron artículos sobre la población de la república, sobre una comisión geográfica en el Istmo de Tehuantepec y sobre alturas barométricas en diferentes puntos del país. El autor de los tres escritos fue José Gómez de la Cortina, presidente del Instituto. Él había hecho una donación de varios libros de historia y geografía a la sociedad. La lista de socios de 1838, contenida en el Boletín se muestra en el cuadro 3.2:

Cuadro 3.2. Lista de socios del Instituto Nacional de Geografía y Estadística en 1838

Lucas Alamán	Sebastián Guzmán
Ignacio Alcocer	Manuel Herrera
Juan Nepomuceno Almonte	Barón Alejandro de Humboldt
Arago	Ignacio Iniestra
Agustín Arellano	Domingo Laso de la Vega
José María Aubin	Juan José Miñón

⁸³¹ *Ibidem*, p. 13.

⁸³² *Ibidem*, p. 11

Luis Berlandier
Bulkar
Miguel Bustamante
Benigno Bustamante
Mariano Cal
Rafael Calvo
Rafael Camargo
Manuel Carvajal
José María Castelazo
Manuel Castro
Ignacio Cubas
Rafael Chovel
José M Durán
Rafael Durán
José María Echandía
José Agustín Escudero
Damián Floressi
Enrique Galeotti
Carlos García
Pedro García Conde
Rodrigo García
José Gómez de la Cortina
Isidro Rafael Gondra
Bernardo González Angulo
Federico Guerolt
Fuente: Olavarría y Ferrari, 1901

Ignacio Mora
Tomás Ramón del Moral
José Morán
Cayetano Moro
Cástulo Navarro
Juan Orbezo
José Ramón Pacheco
Andrés Quintana Roo
Manuel Reyes
José Rincón
Manuel Rincón
Andrés del Río
Manuel Robles
Luis Robles
Pablo Rubio
José Antonio Romero
Reyendas
Mariano Sánchez Mora
Ignacio Serrano
Constantino Taranaba
Manuel Ruiz de Tejada
Miguel Valentín
Luis Varela
Francisco Vecelli

En ese mismo año de 1839, Juan Nepomuceno Almonte, desde su puesto de Ministro de Guerra y Marina, impulsó la creación de una nueva institución que se denominó Comisión de Estadística Militar cuyas funciones serían muy parecidas a las del Instituto. Dicha comisión estaría formada en un principio exclusivamente por militares. Se nombró a Gómez de la Cortina parte de esta comisión, quien en ese entonces también fungía como presidente del Instituto. Joaquín Velázquez de León también fue nombrado parte de esta comisión y a él se le encargó acopiar los materiales del Instituto, el cual poco a poco fue dando paso a la Comisión. Esta nueva comisión estaría dividida en las secciones de Estadística Militar y de Geografía. El presidente de la Comisión sería el mismo Ministro de Guerra y Marina.

Aunque la Comisión empezó a funcionar y realizar trabajos estadísticos, e incluso se invitó al Colegio de Minería para que mandara a sus alumnos más aprovechados a participar en la Carta General de la República Mexicana, durante gran parte de la década del 40 vio

interrumpidos sus trabajos debido a las diversas batallas, pronunciamientos y levantamientos que se dieron en la República Mexicana.

Cuadro 3.3. Lista de socios de la Comisión de Estadística Militar en 1846.

Juan de Orbeagozo	Ignacio Durán
Juan N. Almonte	José Agustín Escudero
Pedro García Conde	Pedro Fernández del Castillo
Manuel Micheltorena	Francisco Ortega
Joaquín Velázquez de León	Benigno Bustamante
Tomás del Moral	Vicente Segura
José María Durán y Gómez,	José Miguel Arroyo
Cástulo Navarro	José Fernando Ramírez
Blas Balcárcel	Ignacio Cumplido
Antonio del Castillo	José María Díez de Sollano
José Salazar Ilarregui	Luis G. Gordo
Vicente Filisola	Basilio José de Arrillaga
Lino José Alcorta	Melchor Ocampo
José Gómez de la Cortina	Cayetano Muñoz
José María Díaz de Noriega	Pascual Sierra
Mariano Guerra Manzanares	Teodoro Lares
Juan Agea	Mariano Castañeda
Miguel Badillo	José María Irigoyen
Miguel Azcárate	Ignacio Aguilar
Rafael Espinosa	Francisco Flores Alatorre
Joaquín Fuero	Felipe Nieto
Fortunato Soto	Juan N. Bolaños
Francisco Chavero	Ramón Larrainzar
Joaquín Marroquí	Pascual Almazán

Fuente: Olavarría y Ferrari, 1901

En 1849, Gómez de la Cortina impulsó que la Comisión se denominara Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, lo cual fue aprobado a finales de ese año.

Según la Enciclopedia de México, la Sociedad tuvo un periodo de decadencia y fue hasta 1868 que se restableció por iniciativa de Ignacio Manuel Altamirano. En su calidad de vicepresidente llamó a colaborar a varios “hombres valiosos de la época”. Además, organizó el archivo y formó un pequeño museo.⁸³³

⁸³³ “Academias” (1968). *Enciclopedia de México*. México, Ciudad de México, p. 28.

3.1.2 Las Sociedades Médicas

Desde la época de la Colonia, ya se habían formado algunas asociaciones médicas en Nueva España como la Academia Práctica de Medicina (de 1732 a 1734) y la Pro-Regia Mariana Academia de Medicina fundada desde 1775 y permaneciendo activa hasta finales del periodo colonial. Poco después de consumada la independencia, se formaron la Academia Médica Físico-Botánica Farmacéutica en la casa del médico José Peón del Valle y la Academia de Medicina Práctica de México. Además, en los años 20, existían otras dos academias de medicina, una de ellas en la Universidad.⁸³⁴

Durante el siglo XIX, los médicos siempre buscaron el reconocimiento público a su profesión y el apoyo del Estado para diferentes fines como el de lograr consolidar la institución educativa que les permitiera formar nuevas generaciones de médicos. Uno de los modos de obtener estos logros fue la formación de asociaciones. En 1836, algunos profesores de la aún no consolidada Escuela de Medicina fundaron la Academia de Medicina de Méjico y su periódico.⁸³⁵ El primer presidente de esta asociación fue Manuel Carpio quien fue “...primero cirujano y después médico, profesor de fisiología e impulsor de la medicina moderna...”⁸³⁶

Martínez Barbosa y Martínez Cortés mencionan que esta Academia surgió como una alternativa de los profesores de la Escuela de Medicina para librarse de la persecución de que eran objeto, surgiendo como un paliativo para la enseñanza y la práctica de la medicina. El Establecimiento de Ciencias Médicas creado en las reformas de Gómez Farías había sido

⁸³⁴ “Brevisima noticia de la Academia Nacional de Medicina de México” (1929). *Gaceta Médica de México*, LX, (10), p. 478.

⁸³⁵ Carrillo A. (1998). “Profesiones sanitarias y lucha de poderes en el México del siglo XIX”. *Asclepio*, L (2), p. 153.

⁸³⁶ Rodríguez Pérez M. (2013). “La Academia Nacional de Medicina de México (1836-1912)”. *Gaceta Médica de México*, 149, p. 570

removido de su sede el Convento de las Betlemitas por lo que los profesores tuvieron que impartir clases en sus domicilios.⁸³⁷

Los miembros fundadores de la Academia de Medicina de Méjico, eran, entonces, los mismos profesores del Establecimiento de Ciencias Médicas, aunque participaron otros médicos externos a la escuela y los profesores de mineralogía y química del Colegio de Minería, Andrés del Río y Manuel Herrera⁸³⁸

Cuadro 3.4. Socios de la Academia de Medicina de Méjico

Manuel Altamirano	Andrés del Río
Luis Blaquiere	Leopoldo Río de la Loza
Manuel Carpio	Manuel Robredo
Juan Luis Chavert	Pedro Roger Dubos
Marcos Antonio Dupeyre	Antonio Simeón
Ignacio Erazo	Silverio Solier
José Espejo	José María Terán
Pedro Escobedo	José Vargas
Manuel Herrera	José Vértiz Oteyza
Luis Jecker	Joaquín Villa
Casimiro Liceaga	Gabriel Villette
Isidoro Olvera	
Camilo Rey	

Fuente: Somolinos D'Ardois, 1970

Los profesores del Río y Herrera contribuyeron con artículos sobre química para el periódico de esta Academia. Del Río publicó “Noticia de dos nuevos fósiles”, “Noticia de un camaleón mineral formado por la naturaleza de óxido de zinc en lugar de potasa”, y “De una galena particular, que contiene 10 por 100 de cadmio”. Por su parte Herrera contribuyó con los artículos “Análisis del guaco”, “De las calerías de plomo” y “Sobre las fuerzas electroquímicas”.⁸³⁹ Esta primera academia dejó de funcionar en 1843.

⁸³⁷ Martínez Barbosa X. y Martínez Cortés F. (2014). “La Academia de Medicina de México, sus integrantes y funcionamiento”. En Viesca Treviño C. (coordinador) *La Academia Nacional de Medicina de México. 150 años de actividad ininterrumpida*. México: CONACyT, p. 6.

⁸³⁸ Gabriel Villette publicado junto con Teodoro Leger un “periódico de la salud” titulado *Higia*, del que se publicó ocho números. Somolinos D'Ardois G. (1970). “La Gaceta Médica de México en el periodismo médico mexicano de los últimos cien años”. *Gaceta Médica de México*, 100 (1), p. 28 y 29.

⁸³⁹ Cárdenas Méndez J. y Ramos Lara M. (2014). *op. cit.*, pp. 44 y 45.

En 1840 se fundó la Sociedad Filoiátrica por un grupo de estudiantes de medicina como Rafael Lucio, Joaquín Navarro, Gabino Bustamante, Modesto Jiménez y Francisco Ortega. Estos estudiantes fueron apoyados por profesores como Miguel Francisco Jiménez, Ladislao de la Pascua y Leopoldo Río de la Loza.⁸⁴⁰ También participaron Pablo Martínez del Río, Melchor Ocampo, Manuel Robredo y José María Reyes.

El periódico de esta sociedad apareció solamente durante 1844 y 1845.⁸⁴¹ En dicha publicación, que fue sostenida por los propios alumnos, Río de la Loza publicó un par de trabajos sobre análisis de aguas minerales de Atotonilco y de Teotihuacán.⁸⁴²

En 1851, se conforma una tercera agrupación, la Academia de Medicina de Méjico, presidida por Leopoldo Río de la Loza, quien prestó su domicilio particular para las reuniones. Los órganos de difusión de esta asociación fueron el Periódico de la Academia de Medicina de México, cuyo único número salió en 1852,⁸⁴³ y en el que se encuentran un par de trabajos de química cuyos temas versaban sobre las diferentes características del cloroformo y sobre la atropina.⁸⁴⁴ El segundo fue la Unión Médica de México y su edición estuvo a cargo de Gabino Barreda. Los ejemplares de esta publicación salieron entre 1856 y 1858.⁸⁴⁵

En un estudio reciente sobre el asociacionismo en torno a la medicina y a la farmacia en la etapa del segundo imperio, Vega y Ortega menciona la Sociedad Médica de México,

⁸⁴⁰ Fernández del Castillo F. (1970). "Un periódico manuscrito editado por estudiantes en 1840 que no llegó a imprimirse". *Gaceta Médica de México*, 100 (9), pp. 883-888.

⁸⁴¹ Somolinos D'Ardois G. (1970). *op. cit.* p. 75

⁸⁴² "Periódico de la Sociedad Filoiátrica" (1º de diciembre de 1845). *El Siglo Diez y Nueve*, p. 4.

⁸⁴³ Rodríguez Pérez M. (2013). *op. cit.*, p. 570 y 571.

⁸⁴⁴ Rodríguez de Romo A. (2010). "El Periódico de la Academia de Medicina". *An. Med. Mex.*, 55 (1), p. 48.

⁸⁴⁵ Rodríguez Pérez M. (1997). "Semanarios, gacetas, revistas y periódicos médicos del siglo XIX mexicano". *Boletín del Instituto de Investigaciones Bibliográficas*, II (2), p. 66.

fundada en 1864, y cuyo origen se encuentra en la Sección Médica de la Comisión Científica, Literaria y Artística de México, fundada en ese mismo año.

Este autor expresa que “...farmacéuticos y médicos constituyeron parte de la élite capitalina que en gran medida consideró que la coyuntura imperial ofrecía un “aparato de gobierno jerárquico y centralizado”, favorable a las empresas científicas, en especial a las que carecieron de apoyo estatal en los años de crisis vividos después de la Guerra de Reforma y la intervención. Los hombres de ciencia, sumados al Imperio, consideraron que se abría “un espacio en el que podría hacerse aquello que habían anhelado: dotar al Estado de los instrumentos administrativos y normativos que le permitieran actuar”, como los de carácter científico, por ejemplo, la salud y la reglamentación del ejercicio farmacéutico que incidirían en la sociedad...”.⁸⁴⁶

Las cinco secciones en que se dividió esta sociedad son: patología; higiene, medicina legal y estadística médica; medicina y veterinaria; materia médica y farmacología; y fisiología y antropología. Los primeros trabajos se publicaron en la Gaceta Médica de México. Varios integrantes de la SMM eran profesores y egresados de la Escuela de Medicina (cuadro 3.5):

Cuadro 3.5. Socios de la Sociedad Médica de México

Carlos A. Ehrmann	José Ignacio Durán
Miguel F. Jiménez,	Ignacio Erazo
Julio Carlos Alberto Clement	Luis Garrone
Agustín Andrade	Luis Hidalgo y Carpio
Carlos Agustín Schulze	Francisco J. Hounau
Rafael Lucio	Leguisten
Jacobo Benoit	Merchier
Eugenio Bergeyre	Luis Muñoz
Julio Claudel	Francisco Ortega
León Coindet	Pirard
	José María Vértiz

Fuente: Rodríguez Pérez, 2013

⁸⁴⁶ Vega y Ortega R. (2016). “Los estudios farmacéuticos en el Segundo Imperio a través de la Gaceta Médica de México”. *História, Ciências, Saúde*, 23 (2), p. 251

La etapa del imperio marcó un cambio para los estudios de farmacia pues antes de ese periodo se impartían las materias de historia natural médica (Gabino Barreda), farmacia (José María Vargas), química médica (Leopoldo Río de la Loza) y materia médica (Ignacio Erazo). Mientras que entre 1862 y 1868 Ignacio Erazo impartió farmacología y en ese periodo se publicaron doce escritos farmacéuticos de la GMM como producto de la investigación emprendida en la Escuela:

Cuadro 3.6. Trabajos de farmacia publicados en la GMM durante la época del imperio

Autor(es)	Título del artículo	Año
Ramón Alfaro	Terapéutica del cihopatli o zoapatle	1866
Francisco Cordero y Hoyos	Vitalidad de las plantas	1866
Alfonso Herrera	Nuevo procedimiento para la preparación de los extractos sin la intervención del fuego	1866
Alfonso Herrera Gumesindo Mendoza	Yerba del pollo	1867
Luis Hidalgo y Carpio	Pústula maligna curada por la aplicación de las hojas frescas de nogal	1866
Lauro María Jiménez.	Licea aidischahustlea	1866
Gumesindo Mendoza	Análisis inmediato de la corteza de la Ixora	1867
Gumesindo Mendoza Alfonso Herrera	El Yoloxóchitl	1866
José María Reyes	Nueva especie de helianto	1864
Maximino Río de la Loza	El senecio en el tratamiento de la epilepsia	1866
Auguste Tourainne	Experiencias sobre la Tradescantia erecta (yerba del pollo)	1866
Auguste Tourainne	Nota para servir a la historia de la ipecacuana	1864

Fuente Vega y Ortega

En 1873, bajo la presidencia del médico y farmacéutico Lauro María Jiménez, la Sociedad Médica de México cambió su denominación por la de Academia de Medicina de México.⁸⁴⁷

Jiménez recibió el título de médico a finales de 1850. Posteriormente se desempeñó como profesor de Historia Natural y de Patología Externa en la Escuela de Medicina y de Botánica en la Escuela de Agricultura. Durante su trayectoria científica realizó estudios sobre la aplicación de la botánica y la flora a la terapéutica.

⁸⁴⁷ Rodríguez Pérez M. (2013). *op cit.*, p.573

Aparte del cambio de denominación, que significó una reafirmación de la institucionalización de la Sociedad, Jiménez también dio mayor importancia a la elaboración del reglamento, de las actas y de las necrologías. La redacción de las biografías de los socios fallecidos se encargaba a comisiones especiales para este particular.⁸⁴⁸ En los años siguientes la Academia se fortaleció y se consolidó. Por ejemplo, en 1877 la Academia recibió una partida adicional aprobada por la Cámara de Diputados y en 1887 se convirtió en Academia Nacional de Medicina.⁸⁴⁹

3.1.3 Las Sociedades Farmacéuticas

México es uno de países con mayor diversidad biológica del mundo. Dentro de esta “megadiversidad”, México posee entre el 10% y el 12% de todas las especies de plantas superiores del planeta. Esto se explica principalmente por la convergencia de las zonas biogeográficas Neártica y Neotropical, su compleja historia geológica y biogeográfica, su topografía montañosa, su variedad de climas y microclimas, y por el impacto diversificador de las múltiples culturas humanas que se desarrollaron en México durante milenios.⁸⁵⁰

Después de la Conquista de México, uno de los primeros objetivos de la Corona fue conocer esta diversidad biológica. Schifter menciona que los antiguos mexicanos desarrollaron un conocimiento profundo sobre las cualidades y usos medicinales de la flora local.⁸⁵¹ Un ejemplo de estas prácticas se encuentra expresado en la recopilación escrita alrededor de 1552, el *Libellus de medicinalibus indorum herbis* (Libro sobre plantas medicinales indígenas), que se conoce también como “Códice de la Cruz-Badiano”, cuyos

⁸⁴⁸ Rodríguez Pérez M. (2014). “De la Sección Médica a la Academia de Medicina de México: 1864-1880”. En Viesca Treviño C. (coordinador). *La Academia Nacional de Medicina de México*, México: CONACyT, p. 70

⁸⁴⁹ Rodríguez Pérez M. (2013). *op. cit.*, p. 574

⁸⁵⁰ Mittermeier, R., Goettsch, C. y Robles Gil, P., (1998). *Megadiversidad: los países biológicamente más ricos del mundo*. México, D.F.: Cemex y Agrupación Sierra Madre, p. 57.

⁸⁵¹ Schifter L. (2014). “Las Farmacopeas Mexicanas en la construcción de la identidad nacional”. *Rev Mex. Cienc. Farm.* 45 (2), p. 44.

autores son Martín de la Cruz y Juan Badiano, quienes eran nativos de Xochimilco y profesores del Colegio de la Santa Cruz de Tlatelolco. Dicha obra se considera la primera farmacopea de medicina mexicana y la primera redactada en el Continente Americano. Consta de ciento cuarenta páginas en trece capítulos donde se habla de diversas enfermedades y tratamientos y cuenta con ciento ochenta y cinco ilustraciones de plantas. Además, se mencionan metales como el oro, el cobre, el hierro y minerales como el ámbar, perlas, turquesas, esmeraldas y jade que se incluyen en algunas recetas.⁸⁵²



Figura 30. Busto de Juan Badiano. Xochimilco. Fotografía del autor



Figura 31. Monumento al libro de plantas medicinales indígenas. Xochimilco. Fotografía del autor.



⁸⁵² “El *Códice Badiano*, primera farmacopea de medicina prehispánica escrita en América”. *Gaceta Facultad de Química-UNAM* 29 (junio de 1998), pp. 18 y 19.

Durante la época colonial se realizaron obras recopilatorias sobre la flora, la fauna y los minerales existentes en el país, y en algunos casos se enfatizaron los usos medicinales y terapéuticos. La primera de ellas fue un trabajo de siete años desarrollado por el protomédico español Francisco Hernández, que por una orden de 1570 hecha por el rey Felipe II, llevó a cabo la recopilación de los minerales, animales, hierbas, plantas, árboles y semillas con propiedades medicinales de Nueva España. Su trabajo produjo un manuscrito de dieciséis volúmenes y fue publicada bajo el título de *Rerum Medicarum Novae Hispaniae Thesaurus*.⁸⁵³

En 1672 Don Gregorio López publica el libro *Tesoro de medicinas*. Este texto también es una compilación de plantas medicinales y su uso.⁸⁵⁴

Como parte de la expedición botánica llegada a Nueva España a finales del siglo XVIII, Vicente Cervantes elaboró el *Ensayo a la Materia Médica Vegetal de México*, el cual se publicó en 1791. En este trabajo se describe más de trescientas plantas, las cuales fueron colectadas de los huertos, jardines, barrancas, sierras y montes cercanos a la Ciudad de México. Un discípulo de Cervantes, Antonio de la Cal y Bracho publicó en 1832 el *Ensayo para la Materia Médica Mexicana* en la Ciudad de Puebla. El texto describe productos de origen animal, vegetal y mineral y, además, recupera los conocimientos generados por sus antecesores y prosigue con el ideario de la Real Expedición Botánica de reemplazar al máximo los vegetales provenientes del extranjero por los de origen indígena.⁸⁵⁵

⁸⁵³ Schifter L. (2006). “Las Farmacopeas Mexicanas y sus fuentes; guardianas de un patrimonio histórico viviente”. *Pliegos* 87, p. 12, y Ayala, M. (2005). “La historia natural en el siglo XVI: Oviedo, Acosta y Hernández”. *Estudios del Hombre* 20, p. 30

⁸⁵⁴ Garritz A. (2007). “Breve historia de la educación química en México”. *Bol. Soc. Quím. Mex.* 1, (2), p. 7.

⁸⁵⁵ Schifter L. (2014). *op. cit.*, pp. 44 y 45.

El franciscano fray Juan Navarro, realizó investigaciones sobre botánica de manera simultánea a la expedición botánica. Navarro, en el convento de la Santa Cruz de Querétaro, escribió cinco tomos de una “Historia Natural”, de los cuales el quinto estaba dedicado a las plantas. El texto de 1801 se conoce como *Jardín Americano* y fue la única parte de la obra de Navarro que se pudo rescatar.

Esta obra se basa en los trabajos de Francisco Hernández principalmente, aunque también cita a Vicente Cervantes en dos ocasiones.⁸⁵⁶

A principios de 1839, un grupo de farmacéuticos integrado por Leopoldo Río de la Loza, José María Vargas y José Manuel Lasso de la Vega, junto con los médicos Gustavo Baz, José María Bustillos y Manuel Robredo fundaron la Academia de Farmacia, la cual fue inaugurada ese mismo año. Sus objetivos eran sistematizar el ejercicio de su profesión y escribir una farmacopea nacional. Martínez, Aceves y Morales mencionan que “...si bien los farmacéuticos buscaban diferenciar su campo profesional del de los médicos, entre sus miembros se hallaban varios galenos, lo cual no es de extrañar, porque la prescripción de las recetas era responsabilidad de éstos y muchos de ellos se interesaban en el estudio de la materia médica...”. Esta Academia funcionó hasta 1846, año en que terminó los trabajos de la Farmacopea Mexicana.⁸⁵⁷

La primera sección del texto trata sobre la Historia Natural de los medicamentos o sustancias simples y contiene más de cuatrocientos cincuenta productos de origen vegetal. La segunda corresponde a una recopilación de las preparaciones químicas más utilizadas en las farmacias, ordenadas en forma ascendente de acuerdo con su grado de complejidad. Para

⁸⁵⁶ Lozoya Legorreta X. (1997). *Plantas, medicina y poder: breve historia de la herbolaria mexicana*. México D.F.: Editorial Pax y Procuraduría Federal del Consumidor, pp. 112 y 113

⁸⁵⁷ Martínez S., Aceves P. y Morales A. (2007). “Una nueva identidad para los farmacéuticos: la Sociedad Farmacéutica Mexicana en el cambio de siglo (1890-1919)”. *Dynamis*, 27, p. 266

cada una se describe su método de preparación, usos, dosis, e incompatibilidades con otros medicamentos. La nomenclatura utilizada, en la mayoría de los casos fue la de Berzelius. La tercera parte está dedicada a las preparaciones farmacéuticas, en la que se indican sus nombres (común, científico y latino), los componentes que la constituyen, el modo de obtenerla experimentalmente, así como sus usos y dosis. La cuarta sección trata sobre los aranceles de las medicinas simples y compuestas al que debían sujetarse los farmacéuticos en México. Además, incluye la lista de libros, medicamentos y utensilios que debían utilizarse en las boticas.⁸⁵⁸

En el año de 1871, Río de la Loza impulsó la creación de la Sociedad Farmacéutica Mexicana, la cual tenía como uno de sus objetivos principales elaborar una farmacopea que fuera más actual que la primera e incluyera las sustancias descubiertas después de la publicación de la anterior en 1846. Otros objetivos eran velar por los intereses y mejoramiento de la profesión, y recopilar las leyes para el estudio, ejercicio y práctica farmacéutica con el fin de hacer frente a las numerosas irregularidades en ese ámbito, así como el acceso al campo laboral y promover las artes e industrias ligadas a la farmacia y de fomentar las relaciones entre sus afiliados. La nueva farmacopea fue publicada en 1874 y se realizaron nuevas ediciones en 1884, 1896, 1904 y 1926.

Tomando como base la Farmacopea de 1846, los contenidos se distribuyeron en las secciones de productos naturales, productos químicos y preparaciones farmacéuticas con las reglas generales para ejecutarlas. Una de las novedades es que al final se incluyó un apéndice sobre aguas potables y minerales. Estas secciones estaban precedidas por una serie de tablas

⁸⁵⁸ Schifter L. (2014). *op. cit.*, pp. 45 y 46

de equivalencias de temperatura, peso y otras medidas de utilidad para el laboratorio y la oficina de farmacia.⁸⁵⁹

A partir de 1890 comenzó a publicarse *La Farmacia, periódico de la Sociedad Farmacéutica Mexicana, dedicado a difundir los conocimientos científicos del ramo y a sostener los derechos del profesorado*, que se publicaba mensualmente y estaba dividido en cuatro secciones. La primera se destinaba a los trabajos de los socios; en la segunda se publicaba cuestiones relacionadas con el mejoramiento de la profesión farmacéutica; la tercera estaba dedicada a hacer públicos los nuevos remedios y los procedimientos para prepararlos, se divulgaban conocimientos prácticos de interés general, así como los contenidos y resultados de las tesis presentadas por los alumnos de la carrera de farmacia; en la última parte se daban noticias de interés laboral y comercial.⁸⁶⁰ Este periódico se publicó ininterrumpidamente hasta 1907, año en que dejó de circular y se volvió a editar a partir de 1917.⁸⁶¹

3.1.4 Las Sociedades de Minería

A principios de 1868 por una circular expedida por la Secretaría de Hacienda se formó en la Ciudad de México una Junta de Minería.⁸⁶² Los trabajos de estas reuniones versaron sobre temas de impuestos y gravámenes de la industria minera, de explotación y producción de ciertos minerales como la plata, el cinabrio y de desarrollo y mejoramiento de la minería en México.⁸⁶³

⁸⁵⁹ Schifter L. (2014). *op cit.*, p. 46.

⁸⁶⁰ Martínez S., Aceves P. y Morales A. (2007). *op. cit.*, 27, p. 272.

⁸⁶¹ *Ibidem*, p. 273

⁸⁶² Ramírez S. (1885). *Observaciones al Nuevo Código de Minería expedido por decreto de 22 de noviembre de 1884*. México: Imprenta de Francisco Díaz de León, p. 79

⁸⁶³ García T. (1880). *Memoria de Hacienda y Crédito Público correspondiente al quincuagésimo cuarto año económico transcurrido del 1° de julio de 1878 al 30 de junio de 1879*. México: Imprenta del Comercio, pp. 143, 579 y 587

Poco después, en la década del 70, los mineros comenzaron a manifestar algunas propuestas para el desarrollo de la industria minera, para que a través de un plan progresista y liberal, volviera a tener la importancia que tuvo en la época colonial; además existía la preocupación generalizada por la crisis surgida por la caída del precio de la plata.⁸⁶⁴ Así, el 21 de diciembre de 1873, en el salón de actos de la Escuela Nacional de Ingenieros, quedó formalmente instalada la Sociedad Minera Mexicana. Esta sociedad tenía como miembros a personas de tres sectores: los propietarios mineros, los científicos y los funcionarios públicos.⁸⁶⁵

Los objetivos de esta sociedad era compilar estadísticas nacionales, formar una agencia de negocios mineros, difundir los adelantos técnicos y elaborar un proyecto de ley de unificación de la legislación minera y vincularse más estrechamente con el Estado.⁸⁶⁶

El periódico *El Minero Mexicano* sería provisionalmente el órgano difusor de esta sociedad. Éste fue un periódico científico-técnico editado en la ciudad de México, cuyo principal objetivo fue contribuir a la modernización de la minería mexicana y abrir la discusión acerca de la importancia de explotar nuevos minerales, más allá de la plata y el oro.⁸⁶⁷ Las comisiones permanentes fueron atribuidas en su mayoría, a los ingenieros residentes en la Ciudad de México, muchos de ellos profesores de la Escuela de Ingenieros. Hacia mediados de 1874,⁸⁶⁸ esta sociedad contaba con trescientos miembros a lo largo de la

⁸⁶⁴ Velasco Ávila, C. et al. (1988). *Estado y minería en México (1767 – 1910)*. México: FCE- INAH-Comisión de Fomento Minero-SEMIP, p. 337.

⁸⁶⁵ Moncada Maya, J. et al. (1999). *Bibliografía geográfica mexicana. Obra de los ingenieros geógrafos*. México: UNAM-Instituto de Geografía, p. 76.

⁸⁶⁶ Gámez Rodríguez M. (2004). *Propiedad y empresa minera en la Mesa centro-norte de México. Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas*. Tesis de Doctorado. Univesitat Autònoma de Barcelona, p. 60

⁸⁶⁷ Vega y Ortega R. y García Luna A. (2015). “La explotación y determinación de nuevos minerales en la primera serie de el Minero Mexicano, 1873-1880”. *Letras Históricas*, 11, p. 147.

⁸⁶⁸ Según José Díaz Covarrubias en 1874 existían veintinueve sociedades científicas en la República Mexicana. Díaz Covarrubias, *op. cit.*, p. CCL.

República Mexicana, muchos de los cuales eran egresados de la Escuela de Ingenieros; por ejemplo, Antonio del Castillo, Ignacio Hierro, quien era socio corresponsal en Zacatecas y Miguel Velázquez de León, quien lo era en Aguascalientes.⁸⁶⁹ En 1875, la Sociedad Minera Mexicana se encargó de organizar la participación de México en la Exposición Internacional de Filadelfia. Para esto, se promovió una exposición nacional donde participaron productores agrícolas, industriales y mineros. En ese entonces, el *Propagador Industrial* había sustituido al *Minero Mexicano* como el periódico de la sociedad. Esta sociedad se disolvería en 1877, dando paso a la Sociedad Mexicana de Minería, que quedó constituida en 1883, cuyos socios eran los mismos de la Sociedad Minera Mexicana.⁸⁷⁰ Ese año también se constituyeron la Sociedad de Ingenieros Mineros y la Sociedad de ex alumnos del Colegio de Minería.⁸⁷¹

La revista *El Minero Mexicano* fue la primera publicación periódica especializada en minería⁸⁷² (en 1861, había aparecido los *Anales de la Minería Mexicana por los Antiguos Profesores de la Escuela Práctica de Minas de Guanajuato*).⁸⁷³ Su distribución era a nivel nacional y también se tenía como objetivo dar a conocer los adelantos que se hacían en las ciencias a nivel mundial. Algunas personas de la comunidad del Colegio de Minería fueron responsables de la redacción en diferentes momentos, como Miguel Bustamante, Manuel Rivera Cambas, Santiago Ramírez y Juan B. Ochoa.⁸⁷⁴ Los alumnos egresados de la carrera de Ingeniero de Minas, fueron quienes tuvieron una amplia producción escrita durante el

⁸⁶⁹ “Catálogo de los individuos que constituyen la Sociedad Minera Mexicana”. *El Minero Mexicano* I, 39 (1º de enero de 1874), pp. 7-9.

⁸⁷⁰ Velasco Ávila, et al., *op. cit.*, pp. 341-344.

⁸⁷¹ Gámez Rodríguez M. (2004). *op. cit.*, p. 60

⁸⁷² Castro y Curiel, también mencionan la existencia, a mediados del siglo XIX, de un periódico estudiantil denominado *El Minero*. Castro, y Curiel, 2003, p. 77.

⁸⁷³ Aguilar y Santillán, *op. cit.*, p. 129.

⁸⁷⁴ Castro, y Curiel, *op. cit.*, pp. 389-397.

último tercio del siglo XIX, la que versaba mayoritariamente sobre temas de minería, incluyendo las aplicaciones de la química.

Santiago Ramírez, uno de los egresados de la carrera de ingeniero de minas que tuvo una mayor producción escrita, fundó, sostuvo y redactó otra publicación semanal dedicada primordialmente a temas de minería denominada *El Explorador Minero*, que salió a la luz el 4 de noviembre de 1876.⁸⁷⁵ Aunque Ramírez escribió la mayor parte de los artículos también colaboraron personas como Mariano Bárcena, Francisco Jiménez, James Napier, Miguel Velázquez de León, Vicente Reyes y Miguel Pérez. El subtítulo de la publicación era *Periódico científico destinado al estudio, progreso y desarrollo de las industrias nacionales en general y muy especialmente de la minería en sus diversas fases*.⁸⁷⁶ Este periódico promovió la publicación de la traducción, realizada por el profesor de Farmacia Severiano Pérez (1821-1896), de la tercera edición de la obra *Instrucciones de laboratorio ó ejercicios progresivos de química práctica* de Carlos Loudon Bloxam. Santiago Ramírez escribió el prólogo en el que menciona que:

Las numerosas y variadas aplicaciones que recibe diariamente la Química, no solamente en las elevadas profesiones del Médico, del Farmacéutico, del Metalurgista y del Minero, sino también en las artes industriales más necesarias y comunes, han hecho que el estudio de este ramo se generalice en todas las clases de la sociedad...⁸⁷⁷

La publicación de *El Explorador Minero* desapareció al finalizar el año de 1877.⁸⁷⁸

Asimismo, hubo iniciativas estudiantiles para formar sociedades científicas y de minería donde colaboraron como socios académicos formados en diversas disciplinas. En

⁸⁷⁵ Díaz y de Ovando, *op. cit.*, p. 3117.

⁸⁷⁶ Castro, y Curiel, *op. cit.*, p. 294.

⁸⁷⁷ Ramírez, S. (1875). "Prólogo". *Instrucciones de laboratorio ó ejercicios progresivos de química práctica*. Loudon Bloxam, Carlos. Trad. Severiano Pérez. México: Imprenta de Ignacio Escalante, p. III

⁸⁷⁸ Castro, y Curiel, *op. cit.*, pp. 295.

1861, un grupo de jóvenes ingenieros y médicos formaron la Sociedad Humboldt. Los egresados del Colegio de Minería que participaron en la integración de esta sociedad fueron Francisco Díaz Covarrubias, quien fue su primer presidente, Miguel Bustamante y el ensayador Ramón Almaraz, entre otros. Posteriormente se integraron Manuel María Contreras, José Bustamante y Guillermo Hay. Contreras publicó uno de sus trabajos técnicos más importantes en los anales de esta sociedad, que consistía en la descripción de lo que se considera su innovador método del “ensaye de la pella” para determinar el rendimiento de la plata en el método de beneficio de patio. La mayoría de los trabajos que se relacionaban con química que se publicaron en los anales de esta sociedad fueron aportaciones de médicos como Aniceto Ortega, Gabino Barreda o Luis Hidalgo Carpio.⁸⁷⁹

En el año de 1862, los alumnos del curso de mineralogía Manuel Rivera Cambas, Francisco Javier Lavista, Pablo Ocampo, Julio Arancivia, Felipe Zavalza y Santiago Ramírez, acordaron formar una sociedad cuyo nombre sería Sociedad del Río, en honor a Andrés del Río, sin embargo “...después de formar el Reglamento, verificadas algunas reuniones y ejecutados algunos trabajos, la necesidad de salir á practicar obligó á estos alumnos á separarse sin dejar consolidada la Sociedad”. Por otro lado, en el año de 1873, diez alumnos de la Escuela Especial de Ingenieros se reunieron el 21 de febrero para organizar la Sociedad Andrés del Río, cuyo reglamento fue aprobado el 1º de julio de 1875.⁸⁸⁰ Se sabe de la existencia de un boletín de esta sociedad.⁸⁸¹

⁸⁷⁹ Vigil Batista, A. (2008). “Anales de la Sociedad Humboldt (1870-1875)”. *Bol. Mex. His. Fil. Med.* 11 (2), pp. 54-58.

⁸⁸⁰ Ramírez, 1891, p. 53.

⁸⁸¹ “Administración General de Correos. No. 11. Noticia de algunas publicaciones periódicas en la demarcación de cada Administración Principal, en el año de 1878”. *Informe presentado al C. Ministro de Gobernación por el Administrador General de Correos en setiembre de 1878*. México, Tipografía de Gonzalo A. Esteva, 1878, p. 4

La Sociedad Científica Antonio Alzate se fundó en 1878 con el nombre de Sociedad Científica Benjamín Franklin. La Escuela Nacional de Ingenieros fue una de las instituciones que apoyó a esta sociedad.⁸⁸² Algunos de los socios honorarios egresados de la carrera de ensayador o de ingeniería de minas fueron José G. Aguilera, Mariano Bárcena, Manuel M. Contreras, Santiago Ramírez y Miguel Velázquez de León.⁸⁸³ La Sociedad Científica Antonio Alzate, también tuvo sus órganos de difusión, que fueron las memorias y la revista de esta Sociedad. El primer tomo de las memorias apareció en 1887. En estas recopilaciones aparecieron algunas contribuciones sobre química aplicada a la minería de algunos egresados de la Escuela Nacional de Ingenieros, no obstante, otros ingenieros hicieron numerosas aportaciones sobre distintas disciplinas.⁸⁸⁴

3.1.5 Las Sociedades de Química

En el año de 1849, Leopoldo Río de la Loza impulsó entre sus alumnos la formación de una Academia de Química,⁸⁸⁵ que se denominó Sociedad de Químicos Entusiastas.⁸⁸⁶ El propósito de Río de la Loza, quien era el director de la sociedad,⁸⁸⁷ era difundir la química,⁸⁸⁸ pues asesoró a los miembros de esta sociedad para establecer en 1850 una cátedra gratuita de

⁸⁸² Ramos Lara, M. (2008) "En torno a la relatividad en la biblioteca de la Sociedad Científica Antonio Alzate". *La relatividad en México*. Ciencia y Tecnología en la Historia de México. Coord. María de la Paz Ramos Lara. México: UNAM-CEIICH, pp. 143-145.

⁸⁸³ Aguilar y Santillán, R. "Reseña de los trabajos de la Sociedad durante el año de 1887, leída por el primer Secretario en la sesión del 29 de enero de 1888". *Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate"*. Tomo II. México: Imprenta del Gobierno en el Ex Arzobispado, 1888, p. 6

⁸⁸⁴ Aguilar y Santillán, R. y Mendizábal C. *Índice general por autores y materias de los tomos 1 a 52 (1887-1931) de las Memorias y Revista de la Sociedad Científica Antonio Alzate*. México: Academia Nacional de Ciencias Antonio Alzate, 1934, pp. 5-110.

⁸⁸⁵ Aceves Pastrana, 1997, p. 122.

⁸⁸⁶ Garrido Asperó M. (1998). *Alberto Urbina del Raso. Historia de la enseñanza de la ingeniería química en México*. México: UNAM-Facultad de Química, p. 16

⁸⁸⁷ Rodríguez, J. M. (21 de agosto de 1850). "Sociedad de Químicos Entusiastas. Primera Memoria. Segunda parte". *El Siglo Diez y Nueve*, p. 926

⁸⁸⁸ León Olivares F. (2008) "Génesis de la Sociedad Química Mexicana". *Ciencias* 89, p. 60.

química industrial en el Colegio Nacional de San Juan de Letrán y Comendadores, lo cual, no pudo llevarse a cabo.⁸⁸⁹

Al respecto, Río de la Loza le escribió al director de la Escuela de Medicina:

La justicia exige que ponga en conocimiento de esa Dirección un suceso extraordinario que recomienda a los alumnos, satisface mis deseos, honra a la Escuela de Medicina y es de grandes esperanzas para México. Una mayoría de los jóvenes alumnos que han concluido el curso, establecieron a sus expensas una Sociedad de Química en la que han trabajado con infatigable constancia, dando así pruebas inequívocas de su aplicación y buena conducta. Sin faltar a sus cátedras obligatorias, sin atrasarse en sus lecciones y aprovechando los momentos que podrían dedicar al descanso o a la distracción los han visto muchos, entregados con afanoso empeño al repaso de las lecciones de química, al reconocimiento de sustancias, a la preparación de compuestos y aun al examen de algunas cuestiones filosóficas de las ciencias, dignas de interés aun para los profesores de la nota.⁸⁹⁰

En el año de 1850 se dio una controversia entre los alumnos de medicina y de minería, pues uno de los estudiantes de medicina y discípulo de Río de la Loza, Juan María Rodríguez hizo experimentos que consistieron en la descomposición de sustancias químicas en una pila de Wollaston,⁸⁹¹ en la cátedra de mineralogía bajo la dirección de Antonio del Castillo. Asimismo, un alumno del Colegio de Minería, Juan Orozco escribió y publicó un artículo a guisa de contestación a otro que había publicado Juan M. Rodríguez en la Memoria de la Sociedad de Químicos Entusiastas sobre la inversión de los polos de la pila voltaica basado en los experimentos mencionados. El escrito de Orozco fue leído por Rodríguez ante la sociedad.⁸⁹² Además, otro socio, José Guadalupe Lobato respondió el escrito de Orozco con

⁸⁸⁹ Urbán G. y Aceves P. (2001). "Leopoldo Río de la Loza en la institucionalización de la química mexicana". *Revista de la Sociedad Química de México* 45, p. 37.

⁸⁹⁰ Martínez Barbosa X. y Zacarías Prieto J. (2018). *op. cit.*, pp. 77 y 78

⁸⁹¹ Rodríguez, *loc. cit.*

⁸⁹² Ramírez, 1890, p. 351.

otro artículo.⁸⁹³ Después de una serie de contestaciones entre los alumnos de ambas instituciones refutándose se decidió que el doctor Ladislao de la Pascua y Francisco Ortega juzgaran el asunto (quienes fallaron a favor de Orozco).⁸⁹⁴ Uno de los socios honorarios fue Bruno Aguilar, quien era egresado del Colegio Militar y había hecho estudios de química, mineralogía, artillería y matemáticas en diversas partes de Europa.⁸⁹⁵ Esta sociedad tuvo existencia solamente durante 1850.⁸⁹⁶

Como lo han mencionado Schifter y Aceves, los químicos más reconocidos en las postrimerías del porfiriato eran en su totalidad farmacéuticos. Este grupo de “reconocidos químicos” estaba conformado por José Donaciano Morales, Andrés Almaraz, Víctor Lucio, Juan Manuel Noriega, Roberto Medellín, Adolfo P. Castañares, Ricardo Caturegli, Mariano Lozano y Castro, Emilio del Raso y Miguel María y Campos. Estos profesores formaron una red científica ubicada en instituciones educativas, asociaciones profesionales como la Sociedad Farmacéutica Mexicana, institutos de investigación y en laboratorios químicos relacionados principalmente con la salud y con la prestación de servicios.⁸⁹⁷

Varios de estos farmacéuticos formaron en 1910 la Sociedad de Química Mexicana. Los miembros fundadores de dicha asociación fueron Adolfo P. Castañares (presidente), Guillermo López (secretario), Víctor Lucio (tesorero), Ricardo Caturegli y James McConnell Sanders (vocales), así como Luis Manuel Sánchez, Alfredo Pablot, Manuel Urbina, Francisco Lisci, Alberto Cárdenas, Mariano Lozano y Castro, Juan Manuel Noriega, Miguel Cordero, Franz Hiti, A. I. Stockdale, Ch. Masgrave y L. L. Fortron.

⁸⁹³ Lobato, J. G. (1º de octubre de 1850). “Inversión de los polos”. *El Siglo Diez y Nueve*, p. 1078.

⁸⁹⁴ *El Daguerrotipo* 21 (28 de septiembre de 1850), p. 325

⁸⁹⁵ Romero Flores, J. (24 de abril de 1946) “Aguilar Bruno. Mil Biografías en la Historia de México”. *El Nacional*, p. 3.

⁸⁹⁶ *El Siglo Diez y Nueve* IV, 722 (23 de diciembre de 1850)

⁸⁹⁷ Schifter L. y Aceves P. (2016). *op cit.*, 51, p. 75.

Algunos extranjeros fueron parte esta sociedad. Tales fueron los casos de McConnell Sanders, de Hiti, de Stockdale, de Masgrave y de Fortron.

James McConnell Sanders era un químico inglés que llegó a México a principios del siglo XX. Desempeñó los trabajos de Químico en Jefe de la Aduana Mexicana, también se desempeñó como Químico del Instituto Médico y de las refinerías de la Mexican Eagle Oil Co. En 1918 regresó a Londres donde fue parte del Departamento Mexicano de la Anglo-Saxon Petroleum Co. Fue durante tres años consultor general de los Laboratorios Shell, donde se especializó en el estudio del análisis microscópico del petróleo crudo. En 1939 se retiró, sin embargo, continuó trabajando en un laboratorio que tenía instalado en su casa. Falleció en 1944.⁸⁹⁸

Franz Hiti fue un ingeniero químico de origen austriaco. Empezó a radicar en México desde principios de siglo. Fue jefe de la sección de Química de la Estación Agrícola Central de la Escuela Nacional de Agricultura en 1910.⁸⁹⁹ En 1909, Hiti se asoció con Adolfo P. Castañares y con Ricardo Catutrgeli para establecer un laboratorio de análisis químicos.⁹⁰⁰



Figura 32. El ingeniero Franz Hiti.
Miembro fundador de la Sociedad Química Mexicana.

⁸⁹⁸ Kewley J. (1944). "Obituary Notices: James McConnell Sanders, 1875-1944". *J. Chem. Soc.*, p. 207.

⁸⁹⁹ "En la Estación Agrícola habrá 7 divisiones en vez de 4" (3 de marzo de 1910). *El Imparcial*, p. 5.

⁹⁰⁰ "Chemical Analytical Laboratory" (5 de enero de 1909). *The Mexican Herald*, p. 3.

De acuerdo con palabras del propio Castañares, el objetivo de la sociedad era “...cultivar la ciencia de la química y entablar relaciones con todas las sociedades de su género en el mundo”.⁹⁰¹ Además,

la Sociedad Química Mexicana, fundada á principios del año pasado y consagrada á cultivar y á impulsar el desarrollo de la Química en México, á iniciativa de uno de sus socios, y aprovechando el trascendental paso dado por la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes, creando la Universidad Nacional; la Sociedad Química Mexicana, ha estudiado en su seno un proyecto que se refiere á la organización de la enseñanza de la Química entre nosotros, convencidos ampliamente como estamos, de que para el desarrollo de la cultura general moderna, el desenvolvimiento de las ciencias naturales, la Química á la cabeza, tiene una importancia tal, que hoy más que nunca, el aforismo de Lord Beaconfield, «Alta Química es sinónimo de alta cultura», tiene un valor casi absoluto y que á semejanza de las Universidades de los pueblos más civilizados, es necesario erigir cátedras y establecer laboratorios que respondan á las exigencias modernas, y que nos permitan sostener frente á frente de esos pueblos el grado de cultura á que hemos llegado, y del que tan justamente nos sentimos orgullosos.⁹⁰²

En una de sus sesiones, llevada a cabo en el Instituto Médico Nacional, se trató el tema de profesionalización de la química al proyectarse una escuela de químicos y de farmacéuticos.⁹⁰³

⁹⁰¹ “Interesante Asociación” (4 de marzo de 1910). *La Iberia*, p. 2, y “Se forma una Sociedad de Químicos Mexicanos. Una brillante iniciativa” (25 de febrero de 1910). *El Diario*, p. 1.

⁹⁰² Castañares A. (1911). *op. cit.*, p. 10

⁹⁰³ “Sociedad Química Mexicana”. *El Tiempo* 8801 (3 de marzo de 1910), p. 7; “La Sociedad de Química”. *El Heraldo Mexicano* I, 42 (10 de diciembre de 1910), p. 3; “Habrá escuela para químicos y farmacéuticos. Se fundará independientemente de la Escuela de Medicina”. *El Heraldo Mexicano* I, 59 (29 de diciembre de 1910), p. 1 y 2;

3.2 Los Institutos de Investigación

3.2.1 La Comisión Superior de Salubridad y el Instituto Antirrábico

El Consejo Superior de Salubridad (CSS) fue creado en enero de 1841 por el presidente Antonio López de Santa Anna para cuidar, conservar y distribuir la vacuna antivariolosa y proponer todo lo concerniente a la higiene pública y a la policía sanitaria. Además, tenía la responsabilidad de vigilar los establecimientos de enseñanza médica y tomar medidas en caso de epidemias. El presidente de este consejo era el Gobernador del Departamento de México y a partir de la década del 60 fueron nombrados médicos para este cargo.

A partir de los años 70, el organismo tenía las atribuciones de procurar la observancia del reglamento de vacuna contra la viruela, prevenir el desarrollo de enfermedades endémicas, epidémicas, epizootias y enzootias, ocuparse de la higiene del agua potable, el traslado de desechos humanos, llevar estadísticas, tanto climatológicas como de enfermedades transmisibles, proponer medidas higiénicas en establecimientos peligrosos e insalubres, así como en hospitales, cuarteles, cementerios, escuelas y talleres; vigilar las farmacias y la higiene de los alimentos; resolver consultas médicas solicitadas por el poder judicial; establecer relaciones con instituciones extranjeras de salubridad para el intercambio de información y proposiciones relacionadas con la higiene pública y formular un proyecto de Código Sanitario.⁹⁰⁴

A mediados de 1880 se publica el primer número del Boletín del Consejo Superior de Salubridad del Distrito Federal, en él se dan a conocer los nombres de sus integrantes. Los miembros propietarios eran los doctores Ildefonso Velasco, Nicolás R. de Arellano, Domingo

⁹⁰⁴ Carrillo Farga A. (2010). *Epidemias, saber médico y salud pública en el Porfiriato* (Tesis de Doctorado). UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, p. 6.

Orvañanos, Agustín Reyes, José D. Morales y José L. Gómez; y los miembros adjuntos, los doctores Saturnino de Alba, Antonio Romero, Manuel Gutiérrez, Juan J. Ramírez de Arellano, el farmacéutico Manuel Urbina y el médico veterinario José Mota.

El médico Eduardo Liceaga quien gozaba de la confianza del general Porfirio Díaz, fue nombrado presidente del Consejo Superior de Salubridad en 1885; en la ceremonia comentó que no había aprendido nada en absoluto de higiene pública o de la ciencia sanitaria. Este comentario favoreció que a partir de 1888 se separara la cátedra de Higiene de la de Fisiología, denominándose Higiene y Metrología Médica. Unos años después, en 1889, el doctor Luis E. Ruiz, partero en la práctica diaria e higienista por autodidaxia, tuvo a su cargo la cátedra de Higiene, en la cual expresó conceptos y trazó un nuevo programa. Entre varios conceptos señalaba que “la higiene es el arte científico de conservar la salud y vigorizar el organismo. En consecuencia, la higiene es la primera de las artes, puesto que la salud es el primero de los bienes”. El doctor Ruiz afirmaba que la conservación de la salud consiste en la prevención de las enfermedades, y que para la vigorización del organismo “...se tienen tres recursos soberbios: primero, dar buena y adecuada alimentación y llevar vida activa, sobre todo muscular, porque de esta manera serán evitadas o vencidas las enfermedades que nos invaden cuando el organismo está debilitado; segundo, someterse de un modo incesante a la eficaz hidroterapia, pues de este modo es seguro que nos precavemos de todas las enfermedades que nos vienen del frío y de la humedad y, tercero, debemos someternos a las vacunaciones...”.

El doctor Eduardo Liceaga, con su nombramiento de presidente del Consejo Superior de Salubridad, durante su viaje a Europa en 1887, visitó el laboratorio de Louis Pasteur en París y recibió ahí el virus atenuado de la rabia en el cerebro de un conejo. Lo trasladó a México y reprodujo el virus según la técnica aconsejada para fijarlo, y el 23 de abril de 1888

vacunó al niño Isidro Delgadillo, quien había sido mordido por un perro rabioso, salvándole la vida. Liceaga creó el Instituto Antirrábico, para la producción de la vacuna antirrábica.⁹⁰⁵



Figura 33. Busto del Dr. Eduardo Liceaga (1839-1920). Colonia Doctores. Fotografía del autor.

En esos tiempos México participaba en las reuniones de la Asociación Americana de Salud Pública. En éstas se decía que el principal objetivo de la investigación científica en la medicina preventiva de ese momento era el estudio de los microorganismos asociados a las enfermedades infecciosas. La bacteriología cobraba relevancia en ese momento ya que

⁹⁰⁵ Flisser A. (2009). *op cit.*, p. 335

contribuía a desarrollar métodos de laboratorio para descubrir y diagnosticar la enfermedad y para conocer los medios de transmisión de enfermedades, incluyendo el agua, la leche, el aire y los insectos.⁹⁰⁶

Asimismo, en 1888 se estableció un Laboratorio Bacteriológico dependiente del Consejo Superior de Salubridad. Su primera función era aplicar las vacunas antirrábicas y la investigación.⁹⁰⁷

Otros trabajos que se hicieron en el laboratorio, el cual pasó a formar parte del Instituto Antirrábico, fue el análisis de expectoraciones sospechosas de tuberculosis,⁹⁰⁸ estudios sobre la profilaxis del tifo y la influenza,⁹⁰⁹ exámenes microscópicos de muestras de tuberculosis pulmonar y tifo exantemático, análisis de bebidas y comestibles recolectadas en inspecciones,⁹¹⁰ entre otros.

En 1895, el Laboratorio de Bacteriología fue ampliado debido a que se nombró una comisión especial para el tifo, cuyo principal objetivo era la aplicación de la seroterapia para el tratamiento de la enfermedad.⁹¹¹

3.2.2 El Instituto Médico Nacional

El Instituto Médico Nacional fue creado el 1º de diciembre de 1888 por decreto del Congreso de la Unión, autorizando al Poder Ejecutivo su creación.

Dentro de los trabajos previos a la fundación de esta institución, están los trabajos con plantas medicinales que envió la Secretaría de Fomento a la Exposición Universal de París, que habría de celebrarse en 1889. Con este motivo, el Ministerio de Fomento aportó

⁹⁰⁶ Carrillo Farga A. (2010). *op. cit.*, p. 13

⁹⁰⁷ Liceaga E. (8 de diciembre de 1888). “Aviso al público”. *La Voz de México*, p. 2.

⁹⁰⁸ “Noticias del Interior” (26 de noviembre de 1901). *La Voz de México*, p. 1.

⁹⁰⁹ “Miscelánea” (21 de julio de 1892). *La Voz de México*, p. 2.

⁹¹⁰ “Estadística sobre salubridad pública” (22 de diciembre de 1905). *La Voz de México*, p.2.

⁹¹¹ “Comisión para el estudio del tifo” (26 de junio de 1895). *La Voz de México*, p. 3.

aproximadamente tres mil ejemplares clasificados. Éstos provenían de cuestionarios contestados por los ayuntamientos en diversos estados de la República, lo que se había hecho, precisamente con el fin de participar en la Exposición.

Anteriormente, en el año de 1884 la Secretaría de Fomento había tenido la idea de que se averiguara cuáles eran las enfermedades propias de cada localidad de la República Mexicana, con el objeto de poner los primeros cimientos para la formación de una Geografía Médica Mexicana. Para este fin se comisionó a los médicos Gustavo Ruiz Sandoval y Ramón Rodríguez Rivera para que redactasen los cuestionarios. El contenido fue sometido a la aprobación de la misma Secretaría, que después de aceptarlos ordenó que se imprimieran y remitieran a sus destinatarios. Posteriormente el ministro de Fomento comisionó a los médicos José Ramírez, en sustitución de Ruiz Sandoval, quien había fallecido, y a Ramón Rodríguez Rivera, que formaba parte de la Comisión Científica Mexicana (cabe mencionar que la Secretaría de Fomento también había fundado dicha comisión) para que publicaran los datos estadísticos sobre las respuestas recibidas. José Ramírez y Rodríguez Rivera también planteaban que además de los datos recogidos en las municipalidades, debían tomarse noticias oficiales reunidas por la sección de Estadística del Ministerio de Fomento, el Observatorio Astronómico, el Observatorio Meteorológico Central y las noticias que pudieran proporcionar los médicos militares. Finalmente, estos médicos publicaron en 1886 las Noticias climatológicas de la República. Con esta obra pretendían elaborar la “Geografía Médica Nacional”.

En agosto de 1888 se nombró al médico Domingo Orvañanos para que diera forma a los cuestionarios que se iban recibiendo, haciéndolos manejables y útiles. También se pusieron a su disposición las noticias publicadas, así como las obtenidas hasta ese momento y que, como se señaló, le sirvieron para redactar el Ensayo de Geografía. En agosto del mismo

año el general Pacheco formó un plan de organización del Instituto y de su personal, dándole una división adecuada. El plan establecía cuatro comisiones; la primera estaba compuesta por naturalistas, la segunda por farmacéuticos químicos, la tercera por médicos y la cuarta por todos los directores de los hospitales de la capital y el director de la Escuela de Medicina.

Los principales objetivos del Instituto Médico eran encontrar las plantas que curaban y eliminar el uso de las que no; investigar y dar a conocer las aplicaciones industriales de las plantas indígenas; determinar la naturaleza y distribución de las enfermedades propias a ciertas regiones del país; estudiar la climatología de la República; dictaminar la distribución y cualidades de las razas indígenas de México y llevar a cabo el análisis de las aguas minerales del país.

Para ello el Instituto dividió en cinco secciones desde el año 1890

Primera sección, de Historia Natural Médica, dedicada a la recolección de productos y a su clasificación, descripción y conservación en herbarios y museos.

Segunda sección, de Química Analítica, destinada al análisis de las plantas y de las aguas minerales, cuantitativa o cualitativamente, y al examen de los principios o sustancias susceptibles de alguna aplicación.

Tercera sección, de Fisiología Experimental, que hacía trabajos experimentales con el objeto de averiguar si las sustancias eran activas o venenosas; fijaba las dosis y demás datos que la Clínica requería.

Cuarta sección, de Terapéutica Clínica, que se encargaba del análisis de estas mismas sustancias, aplicándolas a los enfermos con un fin curativo.

Quinta sección, de Climatología y Geografía Médica, que estudiaba la distribución de las enfermedades en la República, y las condiciones higiénicas y etiológicas con el fin de

formar mapas, cuadros e índices que conformaran el conocimiento general del país bajo esta óptica.

En el año de 1893 se hacía la siguiente descripción de la Sección de Química:

La sección de Química está montada con todo lo más moderno que la ciencia ha inventado para los análisis y elaboración de las sustancias que á ella corresponden: tiene dos mesas de trabajo con todos los útiles correspondientes y gran cantidad de hornos, probetas, retortas y otra variedad de útiles.⁹¹²

Al frente de esta sección estaba Francisco Río la Loza acompañado del profesor José Donaciano Morales y de los ayudantes Mariano Lozano Castro y Federico Villaseñor. En 1903, Villaseñor era el jefe de la sección y los ayudantes eran Lozano y Castro y Miguel Cordero.⁹¹³

En mayo de 1903, el director Fernando Altamirano propuso abrir una sección de química industrial farmacéutica con el fin de que se produjeran medicamentos y los reactivos químicos para su extracción como cloroformo, éter, sosa, potasa, entre otros. La idea surgió porque Altamirano había observado que la importación de estos productos era muy costosa. Con este proyecto, el Instituto le evitaría un gasto a la nación y además se generarían ganancias. La propuesta fue elaborada por Altamirano y por el químico inglés James McConnell Sanders, quien trabajaba en el Instituto en la preparación de alcaloides.

Aunque en un principio esta propuesta fue rechazada, finalmente sí se erigió el Departamento de Química Industrial anexo a la cuarta sección.⁹¹⁴ Además de Sanders,

⁹¹² Villanueva G. (15 de noviembre de 1893). "El Instituto Médico Nacional". *La Voz de México*, p. 2.

⁹¹³ Marcial Avendaño A. (2007). "Antecedentes del Instituto Médico Nacional y los primeros años de trabajo de la Sección 3ª de Fisiología". *Bol. Mex. His. Fil. Med.*, 10 (1), pp. 24 y 25.

⁹¹⁴ Cuevas Cardona C. y Saldaña J. (2005) "El Instituto Médico Nacional de México. De sus orígenes a la muerte de su primer director (1888-1908)". *La Casa de Salomón en México*, p. 248 y 249.

Adolfo P. Castañares, Ricardo Caturegli y Emilio del Raso trabajaron como Químicos en este departamento.⁹¹⁵

Una descripción que hace Castañares de los trabajos con relación a la química en esta insitución dice:

La fundación del Instituto Médico Nacional con sus laboratorios perfectamente equipados, abre una nueva era en este género de estudios; no sólo se aíslan y caracterizan los principios constitutivos de las plantas que por sus relaciones con la medicina son objeto de minuciosas investigaciones, sino que se logra enriquecer con valiosísimos datos el vasto dominio de los productos naturales, que por su variado interés han contribuido en grande escala en los últimos años al fomento y engrandecimiento de la industria, de la agricultura y el comercio, en una palabra, del bienestar nacional; y justo es confesarlo, una buena parte de estos trabajos se deben a los esfuerzos de los discípulos del Sr. Río de la Loza, encargados de difundir las enseñanzas del eminente sabio y que, como él, han legado á las nuevas generaciones todos los tesoros de la ciencia.⁹¹⁶

3.2.3 La Comisión Geológica y el Instituto Geológico

La doctora Lucero Morelos menciona que “...la ingeniería de minas dio origen a los estudios de ciencias geológicas en México y fue el pilar fundacional del Instituto Geológico...” Los estudios de geología habían sido exclusivos del currículo de estos profesionales, el cual incluyó otras materias netamente científicas como mineralogía, paleontología, química y aspectos de la litología, estratigrafía, petrología y sismología, al igual que aquéllas de corte pragmático como el ensaye de minerales, el laboreo y la explotación de minas y la metalurgia. Los profesores e ingenieros egresados de la Escuela de Ingenieros formaron parte de la plantilla de empleados del Instituto Geológico. Morelos

⁹¹⁵ Schifter L. y Aceves P. (2016). *op. cit.*, p. 76

⁹¹⁶ Castañares A. (1911). *op. cit.*, pp. 8 y 9.

también hace notar que "...a diferencia de otras especialidades de la ingeniería, los mineros-geólogos contaron con un instituto de investigación donde continuaron su especialización científica..."⁹¹⁷

A lo largo del siglo XIX, varios gobiernos llegaron a mostrar interés por los conocimientos mineros y geológicos de la República Mexicana. En 1891, Porfirio Díaz, viajó al sur del país donde visitó algunos parajes del estado de Morelos y el mineral de Huitzuc en Guerrero, en compañía de Antonio del Castillo, el Secretario de Gobernación Manuel Romero Rubio y el senador Rosendo Pineda. A su regreso, dispuso que el 15 de abril de 1891 se reinstalara la Comisión Geológica para perfeccionar los espacios en blanco del Bosquejo de la Carta Geológica de la República Mexicana que databa de 1889 para exhibirla en la Exposición de Chicago de 1893, a mayor escala y con notables correcciones. Los encargados de realizar estos trabajos fueron José Guadalupe Aguilera, Baltasar Muñoz, Ezequiel Ordóñez, Lamberto Cabañas, Luis G. Becerril y Antonio del Castillo.

El presidente Díaz había emitido el 17 de diciembre de 1888 el decreto de fundación del Instituto Geológico Nacional, aunque en sentido estricto continuó laborando la Comisión Geológica Mexicana. El precepto de ley establecía como fines del Instituto el estudio geológico del territorio nacional desde el punto de vista práctico, científico, técnico e industrial; formar y publicar la carta geológica de la República con su memoria respectiva; hacer y dar a conocer las cartas geológicas especiales y a detalle y estudios de regiones interesantes, especialmente de distritos mineros y montañas. Además, debía establecer y preservar un museo geológico de la nación, con las colecciones clasificadas que sirvieran para la elaboración de las cartas y donde se pudieran ubicar los principales sitios mineros,

⁹¹⁷ Morelos Rodríguez L. (2014). *Historia de las Ciencias Geológicas en México. De entidad gubernamental a instituto universitario*. (Tesis de Doctorado). UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, p. 51

entre otros datos. Por su naturaleza, el Instituto estaría unido a la Escuela Nacional de Ingenieros y a la Escuela Práctica de Minas y Metalurgia de Pachuca.⁹¹⁸ Los primeros integrantes de esta comisión se muestran en el cuadro 3.7.

Cuadro 3.7. Integrantes de la Comisión Geológica Mexicana en 1888

Antonio del Castillo	Juan Orozco y Berra
José Guadalupe	Luis G. Becerril
Baltasar Muñoz	Francisco Brito
Francisco Garibay	Juan Alonso
Lamberto Cabañas	Joaquín L. Rivero
Ezequiel Ordóñez	

Fuente: Morelos, 2012

El Instituto estaba dividido en ocho secciones:

- 1) Sección de Paleontología (Fauna y Flora de fósiles) a cargo de un subdirector.
- 2) Sección de Geología y Minería.
- 3) Sección de Petrografía, Estratigrafía y Mineralogía, a cargo de tres geólogos y un preparador de láminas delgadas de rocas y minerales para su estudio al microscopio y conservador de las colecciones e instrumentos.
- 4) Sección de perforación de taladros de investigación de la riqueza mineral y acuífera de los terrenos (depósitos y corrientes de aguas subterráneas) a cargo de un mecánico geólogo, director de la perforación de taladros de investigación de aguas subterráneas y criaderos minerales.
- 5) Sección de Análisis, Química y Metalurgia a cargo de un profesor.
- 6) Sección de Fotografía, Litografía y de dibujos de fósiles, vistas, paisajes, planos, perfiles o cortes geológicos y mineros, reducciones y moldes a cargo de un dibujante fotógrafo y litógrafo.

⁹¹⁸ *Ídem*

7) Sección de Secretaría, correspondencia, estadística, traducciones y publicaciones a cargo de un secretario ingeniero.

8) Sección de Contabilidad y Pagaduría a cargo de un pagador y escribiente auxiliar de la Dirección y Secretaría.

Con el paso de los años, el personal aumentó y las secciones tuvieron algunos cambios, por ejemplo, para principios del siglo XX éstas eran nueve: la primera dedicada a la mineralogía y petrografía, la segunda a la geología general, la tercera a la geología estratigráfica, la cuarta a la paleontología, la quinta a la geología económica, la sexta a la química y metalurgia, la séptima a la topografía, la octava a dibujo y la última a la administración.

En 1904, el personal del Instituto Geológico estaba conformado por las personas enlistadas en el cuadro 3.8:

Cuadro 3.8. Personal del Instituto Geológico Nacional en 1904

José Guadalupe Aguilera	Faustino Roel
Ezequiel Ordoñez	Victor von Vigier
Emil Böse	Francisco de P. Rodríguez
Juan D. Villarello	Alberto Anguiano
Carl Burekhardt	Juan Viveros Hidalgo
Teodoro Flores	Rafael Aguilar y Santillán
Ramiro Robles	Luis G. Becerril
Salvador Scalia	Agustín Rábago
Andrés Villafaña	Pedro Letechipía
Paul Waitz	Tomás Paredes
Sewall Truax	Javier Rojas
Carlos Ugalde	Rosa Netterberg
Ricardo Villada	Fidencio Rodríguez
Fernando Urbina	Gabino Morales
	Ignacio Sánchez

Fuente: Morelos, 2014.

De la lista anterior, el neoleonés Faustino Roel tenía el puesto de Químico, y el ayudante de Químico era Víctor von Vigier. Roel era ingeniero de minas y entre los cargos que desempeñó se encuentran los de Preparador de la clase de Química del Colegio Civil de Monterrey, donde el Médico Amado Fernández era el titular de la cátedra; Presidente de la

Cámara Nacional de Minería del Estado de Nuevo León, Jefe de la Oficina de Ensaye de Monterrey⁹¹⁹ y representante de la Compañía Minera Peñoles. En 1906 publicó, en coautoría con Ezequiel Ordóñez, el artículo “Análisis químico de la Chiluca y de la Cantera” en el Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana.⁹²⁰ En el año de 1913 solicitó permiso para establecer una industria de abonos químicos fosfatados.⁹²¹ En 1921 fue nombrado Subsecretario de Comunicaciones y Obras Públicas en el gobierno de Álvaro Obregón.⁹²² Por su parte, el geólogo y químico de origen alemán Víctor von Vigier (1881-1907) (también llamado Víctor de Vigier) había publicado estudios sobre los ácidos derivados del ácido bencílico y sobre los estereoisómeros de los ácidos carboxílicos (en alemán),⁹²³ además del estudio Sobre la aplicaciön de la potasa caustica a la preparaciön de fósiles en conjunto con Emil Böse (1868-1927), quien también era geólogo alemán, publicado en 1907.⁹²⁴ También se acredita a von Vieger como la persona que realizó los análisis del gabarro para el artículo de Roel y Ordóñez.⁹²⁵

Las investigaciones dentro del Instituto Geológico incluían el análisis químico de los minerales, por lo que esta institución contaba con un laboratorio de química, además de gabinetes de geología y mineralogía, entre otros. En 1913 este laboratorio y sus funciones se ampliaron “conforme a los adelantos químicos modernos”. Se acondicionó una casa ubicada

⁹¹⁹ Beteta R. (1949). *Memoria de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público 25 de mayo de 1911 – 22 de febrero de 1913*. México: Talleres Gráficos de la Nación, p. 155.

⁹²⁰ Jiménez Salas O. (2015). *El Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana: una fuente para el estudio de la historia de la geología en México, 1904-2004*. (Tesis de Maestría). México: Instituto Politécnico Nacional, p. 142.

⁹²¹ *Diario Oficial Estados Unidos Mexicanos* (31 de enero de 1913), p. III.

⁹²² *Diario de los Debates de la Cámara de Senadores del Congreso de los Estados Unidos Mexicanos*. (1º de septiembre de 1921), p. 2.

⁹²³ *Nunquam Otiosus. Leopoldina. Amtliches Organ der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher*. (1910). Leipzig, p. 44.

⁹²⁴ Seibertz E. y Buitrón B. (1998). “Emil Böse (1868-1927)”. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 15 (1), p. iv.

⁹²⁵ Roel F. y Ordóñez E. (1906). “Análisis químico de la chiluca y de la cantera”. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, II, p. 49.

en Carpio 118 anexa al Instituto para tal efecto, que incluyó un espacio dedicado a la biblioteca especializada en química compuesta por aproximadamente seiscientos volúmenes, obra que concluyó en 1916 bajo el mandato de Pastor Rouaix como secretario de Fomento y de Salvador Gómez como Director de Minas y Petróleo de la misma secretaría. De esa manera el Instituto pudo efectuar experimentos de geoquímica, estudios químicos de los petróleos nacionales y análisis cualitativos y cuantitativos diversos “para todo el público interesado” al “cual cobrará cuotas sumamente moderadas, toda vez que se trata de una Institución oficial que se preocupa por ayudar a los intereses del público siguiendo la mente del actual gobierno”.⁹²⁶

Una descripción de la época de este laboratorio decía que:

El laboratorio de química contó con una dotación muy completa de aparatos modernos para investigaciones químicas; con varias balanzas de precisión, una de ellas sensible al 1/200 de mg. y otra sensible al ½ mg. con carga máxima de 2 k.; un gasvolumenómetro universal de Lunge y un aparato de Víctor Mayer para la determinación de la densidad de los vapores; una bomba calorimétrica para determinación de poder calorífico de combustible con todos sus accesorios; un microscopio Siebert construido según las indicaciones de Beehrens para análisis microquímico que se aplica cuando hay que hacer un análisis cualitativo y se tiene una cantidad de sustancia inferior a 0.1 g. En espectroscopía contó con un espectrógrafo de cuarzo, un espectrómetro, un espectrogoniómetro y un espectroscopio en gases enrarecidos, chispas, arcos y espectros de absorción.⁹²⁷

En 1917 el Instituto Geológico quedó adscrito a una institución de reciente creación, el Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos (DEEG). Este organismo sería ahora el encargado de estudiar y explorar geológicamente los productos nacionales distribuidos en el territorio nacional: minerales metálicos y no metálicos, aprovechamiento

⁹²⁶ Morelos Rodríguez L. (2014). *op cit.*, pp. 157 y 158

⁹²⁷ *Ídem*

de las aguas superficiales y subterráneas con fines agrícolas, análisis de tierras, nitratos y fertilizantes y sobre todo, las regiones petrolíferas, por medio de estudios técnicos organizados por esta institución de gobierno y secundando las ideas e intenciones del secretario de Industria, Comercio y Trabajo. La exploración geológica estuvo orientada a la búsqueda de los recursos naturales extractivos para el “mejoramiento económico de los mexicanos”, como “medio práctico de hacer progresar indirectamente la geología nacional” y como “empresa útil y patriótica” basada en determinar el valor económico y comercial de los recursos naturales contenidos en el subsuelo.

Cuadro 3.9. Personal de Instituto Geológico (1917-1918)

Ezequiel Ordóñez	José C. Zárate
Teodoro Flores	Salvador Soto Morales
Ángel Aguilar	Enrique Díaz Lozano
Enrique Mario González	Pedro González
A.L. Prado	Javier Velázquez
Miguel Bustamante	Guilebaldo Cicero
Luis C. Espinosa	Fructuoso Trigos
Trinidad Paredes	Jesús Martínez Portillo
Luis Acosta	Carlos Castro
Vicente Gálvez	Luis Goerne
Manuel Muñoz Lumbier	Nicolás López
Enrique Suárez del Real	Luis Bolland
Gonzalo Vivar	Alfonso Ibarrola

Fuente: Morelos, 2014

En este caso Carlos Castro tenía el puesto de Químico en jefe y Luis Goerne de Ensayador. Castro era el encargado de la Sección de laboratorios, que estaba conformada por los laboratorios de química y de petróleo. En el primero de ellos se efectuaban trabajos analíticos, se investigaban los métodos analíticos, gravimétricos y volumétricos, la determinación de la radioactividad de las aguas minerales y los ensayos de metales. En el laboratorio de petróleo se realizaban estudios para la fijación de las especificaciones de los derivados del petróleo mexicano y los análisis generales y especiales de muestras de petróleo. El Ingeniero de minas Luis Goerne era hijo del minero alemán del mismo nombre que radicaba en Guanajuato. Entre los trabajos que realizó se encuentran diversos ensayos por

oro y plata para personas particulares y las publicaciones “Ligeros apuntes sobre el sistema de Flotación” y “Las aguas subterráneas de Tlanalapan, Distrito de Apan, Estado de Hidalgo” ambas en 1920.

El ingeniero Trinidad Paredes, quien fue artífice de la reorganización, concebía al DEEG como una institución nacional, benéfica y necesaria que el gobierno debía fomentar puesto que los fines que perseguía eran útiles a la nación. Con base en esta idea, la reorganización que tuvo lugar en 1919 consideró las siguientes oficinas: Exploraciones, Hidrología subterránea, Petrografía, Topografía y dibujo, Geología del petróleo, Química analítica, Laboratorio especial para exámenes físico-químicos del petróleo, Laboratorio experimental de flotación, Gabinete para estudios espectrográficos, Gabinete especial para el estudio y experimentación de materiales de construcción, Biblioteca, Museo mineralógico, Museo litológico y paleontológico.

3.2.4 El Instituto Patológico y el Instituto Bacteriológico

Para Castañeda López, el antecedente inmediato del Instituto Patológico Nacional fue el Museo Anatomopatológico, fundado por Rafael Lavista en 1895 e inaugurado oficialmente por Porfirio Díaz en marzo de 1896. Su objetivo fue coleccionar ejemplares de órganos afectados que sirvieran para el estudio de las enfermedades. Lavista lo organizó en tres secciones: anatomía patológica, clínica y bacteriología. Su órgano de difusión fue la *Revista quincenal de anatomía patológica y clínicas médica y quirúrgica*, publicada de 1896 a 1899. En el museo se estudió la tuberculosis, que se pensaba era poco frecuente; se inició el estudio sistemático de la triquinosis y la cisticercosis, de las enfermedades del intestino y el hígado, cuyo análisis permitió esclarecer algunos puntos de su patología, y las del estómago, como la gastritis aguda o crónica y casos de úlcera.

Después de cuatro años de actividad intensa, los resultados obtenidos en el museo quedaron consignados con sumo detalle en un informe que en 1899 Rafael Lavista rindió al Ministro de Justicia e Instrucción Pública. En dicho documento se reportan los hallazgos encontrados en los trabajos anatómicos y bacteriológicos, las conclusiones obtenidas, las diversas observaciones que se hicieron, las investigaciones en curso y el equipo con que se contaba. También se informaba de una colección de alrededor de mil quinientas sesenta piezas macroscópicas y aproximadamente mil novecientas preparaciones histológicas. El mencionado informe incluía un proyecto para transformar el museo en Instituto Patológico Nacional, que continuaría realizando lo que se había hecho con éxito en el museo; pero, en tanto que éste había superado las expectativas y propuestas que le dieron origen, se planteaba la posibilidad de darle un nuevo carácter a la institución, ampliando sus objetivos, secciones, personal e instalaciones físicas. Rafael Lavista argumentaba que si bien la medicina mexicana había seguido el desarrollo logrado en otras naciones en el campo anatómico comparando y rectificando la génesis y evolución de las lesiones que ocasionaban las enfermedades, la labor no estaba completa y tampoco podía detenerse. Aún faltaban muchos aspectos por conocer respecto a las funciones químico-biológicas relacionadas con la patología humana, y hacer la comprobación experimental de las enfermedades en los animales.

El Instituto se organizó en cinco secciones de estudio.

La primera sección, de Clínica, se encargó de estudiar a los enfermos con padecimientos que fueran objeto de estudio del programa general, y de hacer su historia clínica completa para facilitar los estudios anatomo-patológicos, por si era necesario realizar una necropsia.

En la segunda sección, de Bacteriología, se realizaba el análisis bacteriológico de los productos recogidos por la Sección de Clínica y la investigación de las enfermedades

infecciosas reinantes en el hospital o fuera de él, y la de los cadáveres de sujetos fallecidos por las mismas enfermedades. Los investigadores se ocupaban de fotografiar las bacterias y hacer su historia para una memoria y también levantar el registro de los datos clínicos y de los resultados de las investigaciones bacteriológicas.

La tercera sección, de Química Patológica, se avocó a analizar y determinar las toxinas que producían los microorganismos y las modificaciones que producían en los fluidos naturales.

La cuarta sección, de Medicina Experimental, hizo el estudio de las lesiones provocadas experimentalmente en los animales. Los encargados tenían que asentar diariamente en los libros las notas de las experiencias y los resultados del examen en los animales.

La quinta sección, de Anatomía Patológica, practicaba las autopsias y estudios anatómicos e histológicos. Consignaba los resultados y conformó un catálogo de piezas anatómicas con sus descripciones.⁹²⁸

En la *Legislación* se hablaba más ampliamente de la Sección de Química Patológica:

Art. 45. La sección de Química Patológica tiene obligación de practicar los trabajos químicos que la Dirección del Instituto haya autorizado.

Art. 46. Las labores de la Sección de Química serán desempeñadas, por ahora, por un Jefe de Sección y dos ayudantes que tendrán la categoría de profesores y deben ser Médicos o Farmacéuticos y haber demostrado conocimientos bastantes en Química.

Art. 47. Los ayudantes harán un inventario de los útiles, aparatos y sustancias del laboratorio, cuidando de su conservación, así como también de la preparación de los reactivos necesarios para la práctica de los trabajos.

⁹²⁸ Castañeda López G. (2012). "El Instituto Patológico Nacional, 1899-1914". *Ciencia*, p. 56

Art. 48. Uno de los ayudantes, o los dos si fuere necesario nombrados por el Jefe de la Sección, ocurrirán diariamente al Hospital de San Andrés o a los que lleguen a señalarse al efecto, a fin de que se les designen los trabajos químicos que deben ejecutarse.⁹²⁹

Uno de los primeros trabajos de esta sección y que fue de primera importancia para el país fue la preparación de suero antipestoso, pues a principios del siglo XX se desataron epidemias de peste bubónica en diferentes partes del mundo. Por esta misma razón las secciones de bacteriología y de química patológica se trasladaron a un lugar más alejado, que representara menor riesgo para los habitantes de la ciudad, en la preparación de dicho suero.⁹³⁰

La enfermedad llegó al Puerto de Mazatlán en 1903, sin embargo logró controlarse gracias a las veinte mil unidades de vacuna antipestosa con las que contaba el país. Cuevas Cardona menciona que este hecho fue determinante para la creación del Instituto Bacteriológico Nacional.⁹³¹

Priego menciona que también la Exposición Universal de París de 1889 tuvo un papel fundamental en la creación del Instituto Bacteriológico Nacional. En su viaje a Francia, los mexicanos tuvieron la oportunidad de visitar el recién inaugurado Instituto Pasteur. Entusiasmado por la posibilidad de que México contase con un instituto semejante al francés, el doctor Ángel Gaviño comenzó a elaborar un proyecto, que más tarde presentó ante la Sociedad Médica Pedro Escobedo. Desafortunadamente, la idea no cristalizó por falta de recursos económicos.

⁹²⁹ Dublán A. (1902). *Legislación mexicana ó colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República. Tomo XXXI*. México: Imprenta de Eduardo Dublán, p. 308.

⁹³⁰ Cuevas Cardona C. (2007). "Ciencia de punta en el Instituto Bacteriológico Nacional (1905-1921)". *Historia Mexicana*, LVII (1), p. 54.

⁹³¹ *Ibidem*, p. 55.

En 1904, Gaviño volvió a visitar ese país, pero coincidió en su visita con el secretario de Hacienda, José Yves Limantour. Gaviño aprovechó la oportunidad y le presentó directamente su propuesta para la creación de un Instituto Bacteriológico. A su regreso a México, el doctor Gaviño se entrevistó con Justo Sierra, titular de la recién creada Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes, con objeto de promover su proyecto. A decir del mismo Sierra, éste contaba también con la aprobación de Manuel Toussaint (director del Instituto Patológico) y Eduardo Liceaga (director del Instituto Antirrábico y presidente del Consejo Superior de Salubridad). Sierra escribió a Limantour para informarle de su apoyo a Gaviño.

Así, en octubre de 1905, elaborada en forma conjunta por Gaviño y Sierra, apareció publicada la Ley constitutiva del Instituto Bacteriológico Nacional, cuya génesis sería la sección de bacteriología del Instituto Patológico, bajo la dirección del mismo Gaviño. El objetivo del Instituto, además de proporcionar apoyo a los profesores de la Escuela de Medicina, era estudiar las enfermedades infecciosas en sus relaciones con la bacteriología y preparar vacunas y sueros antitóxicos para prevenirlas y combatirlas, haciendo a la vez los estudios de química biológica que sean indispensables para el debido examen de las toxinas, diastosas y demás productos bacteriológicos. El mismo Instituto no tendrá sin embargo la obligación de preparar las vacunas que por virtud de otras disposiciones estén preparando ya instituciones de diferente índole, al expedir esta ley, salvo lo que, para circunstancias especiales, resuelva en el particular la Secretaría del ramo.

El Instituto Bacteriológico Nacional inició con un grupo pequeño: Gaviño como director, Eutimio López Vallejo como profesor veterinario, Ricardo Rode como escribiente y dibujante, Alfonso Altamirano en calidad de preparador de bacteriología y Joseph Girard,

médico francés que llegó a México en 1906 después de realizar estudios de bacteriología en el Instituto Pasteur de París.⁹³²

Algunos de las personas que se desempeñaron en el área de la química fueron Alberto del Portillo y Ricardo Caturegli como profesores de química, Esther Luque y Carlos Herrera como preparadores de química, Ricardo Rode y José A. Vidal como bacteriólogos y José L. Vallejo y Joaquín García Rendón como preparadores de sueros y vacunas.⁹³³

Dentro de las múltiples actividades que se realizaron en el Instituto Bacteriológico se destacan la investigación científica, el combate a de epidemias, la impartición de cursos a médicos, la elaboración de vacunas y sueros contra diferentes enfermedades y la repartición de éstos mismos a precios ínfimos.⁹³⁴

El Instituto Bacteriológico Nacional desapareció en el año de 1921 tras la muerte de Ángel Gaviño. El edificio y los instrumentos pasaron a conformar el Instituto de Higiene.⁹³⁵

3.2.5 Instituto Mexicano de Minas y Metalurgia

En 1909 un grupo de ingenieros de minas y de mineros mexicanos y extranjeros residentes en la República Mexicana formaron el Instituto Mexicano de Minas y Metalurgia. El propósito de este Instituto era establecer un intercambio de ideas entre sus miembros y un centro de difusión de conocimientos sobre minería y metalurgia, en relación con los intereses industriales del país. Además, “...se consagrará, de preferencia, al estudio de los progresos de los ramos de minería, y el beneficio de metales, a fin de aplicar dichos progresos, oportunamente, a la industria nacional”.⁹³⁶ Uno de los acuerdos que se estableció desde su

⁹³² Priego N. (2012). “El Instituto Bacteriológico Nacional y la lucha contra el tifo”. *Ciencia*, p. 48.

⁹³³ Cuevas Cardona C. (2007). *op. cit.*, pp. 81 y 82.

⁹³⁴ *Ibidem*, p. 87.

⁹³⁵ *Ibidem*, p. 85.

⁹³⁶ “El Instituto Mexicano de Minas y Metalurgia” (21 de julio de 1909). *El Tiempo*, p. 3.

fundación fue que se llevaría a cabo una asamblea al menos una vez al año para discutir puntos relacionados con los asuntos mineros, terminar proyectos, expresar ideas y “...dar cuenta exacta del movimiento minero”.⁹³⁷

Para su creación, los organizadores solicitaron el concurso de los ingenieros nacionales y extranjeros residentes en el país. Se consideraba cuatro clases de socios: miembros, asociados, practicantes y miembros honorarios. Su directiva estaba integrada por un Presidente, tres Vicepresidentes, un Secretario, un Tesorero y los miembros del Consejo. Se decía que “...la calificación previa que se hará para admitir socios en este Instituto, es una garantía de que se quiere que el carácter que haya de distinguir a este Instituto, sea verdaderamente CIENTÍFICO: no entra, pues, en sus planes nada que sea mercantil o financiero”.⁹³⁸

La primera convención se llevó a cabo en julio de 1909.⁹³⁹ Esta organización contaba con ciento dieciocho agremiados en 1910. Su primer Presidente fue Alberto Grothe. La existencia del Instituto evidenció la fuerte tendencia gremial de los ingenieros mexicanos de la minería. Asimismo, recibieron una fuerte influencia de asociaciones similares de otros países, ya sea porque socios de ellas se encontraban laborando en México en ese momento o bien, porque algunos ingenieros mexicanos se habían formado en el extranjero. Una de las agrupaciones que ejerció mayor influencia fue *The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers*.⁹⁴⁰ En el año de su fundación, varios ingenieros

⁹³⁷ “El Instituto de Minas y Metalurgia celebró ayer su primera reunión” (13 de julio de 1909). *El Imparcial*, p. 1

⁹³⁸ “Instituto Mexicano de Minas y Metalurgia” (16 de julio de 1909). *El Tiempo*, p. 3.

⁹³⁹ “Primera Convención del Instituto de Minas” (10 de julio de 1909). *El Diario*, p. 7.

⁹⁴⁰ Vázquez Talavera C. (2008). *La historia de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C.* México, D.F.: Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C., p. 13.

egresados de la ENI como Santiago Ramírez, Leopoldo Salazar, Ezequiel Ordóñez, Manuel Balarezo, Julio Gómez y Richard E. Chism, formaron parte de este instituto.⁹⁴¹

El órgano de difusión llevaba exactamente el mismo nombre de la asociación y se publicaba en español y en inglés. En el primer número se publicó lo relativo a una audiencia que tuvo una comisión con el Ministro de Fomento Olegario Molina quien expuso que “...veía con singular placer que las personas relacionadas con la importante industria minera en México, era la industria más importante y la que mayormente influía en el desarrollo del país, siendo sus productos los que más contribuyen a la exportación”.⁹⁴² Molina fue nombrado el primer socio honorario del Instituto.⁹⁴³



Figura 34. Richard E. Chism y el Instituto de Minas y Metalurgia. HNMD

⁹⁴¹ “Funcionarios y consejeros del Instituto Mexicano de Minas y Metalurgia”. *Informes y memorias del Instituto Mexicano de Minas y Metalurgia*, 1, 3 (diciembre de 1909), p. XI.

⁹⁴² “Bibliografía” (26 de agosto de 1909). *El Tiempo*, p. 1.

⁹⁴³ “Instituto Mexicano de Minas y Metalurgia” (3 de enero de 1910). *El Tiempo*, p. 5.

3.3 Las propuestas de creación de carreras y escuelas especiales vinculadas a la química

3.3.1 La Escuela Especial de Farmacia

Quizá la primera persona en proponer al gobierno la creación de una escuela de farmacia fue Vicente Cervantes a principios del siglo XIX. La principal oposición para su creación, así como para renovar o reformar los estudios de las profesiones sanitarias vino por parte de instituciones tan antiguas como la Universidad y el Protomedicato.⁹⁴⁴

Aunque a lo largo del siglo XIX, los farmacéuticos impulsaron su profesión de distintas maneras como la creación de sociedades o la publicación de las farmacopeas, fue hasta 1889 que retomaron la idea de fundar una escuela especial a través de un artículo de Maximino Río de la Loza, aparecido en *La Farmacia*, donde además de exponer las irregularidades que se presentaban en las boticas, destacaba la conveniencia de crear una escuela especial de farmacia con el objeto de proporcionar una mayor instrucción a los profesores del ramo.

En 1894, durante el Segundo Congreso Médico Mexicano, los farmacéuticos lanzaron nuevamente la propuesta de crear una escuela de farmacia independiente de la de medicina, argumentando que la separación ayudaría a optimizar su ejercicio profesional. Dicha petición comenzó a tomar forma en diciembre de 1913, cuando el director de la Escuela de Medicina conformó una comisión integrada por tres profesores egresados de esta escuela: Ricardo Caturegli, Víctor Lucio y Juan B. Calderón, quienes se encargaron de analizar la viabilidad del proyecto de separación. Los comisionados argüían que su proyecto activaría la industrialización del país y atendería la urgente necesidad de hacer más eficiente la producción de fármacos y medicamentos, disminuyendo así la importación de productos

⁹⁴⁴ Rodríguez, M. (1997) “Legislación sanitaria y boticas novohispanas”. *Estudios de Historia Novohispana* 17, p. 157.

Europeos, más caros que los nacionales. Su propuesta incluía la creación de una escuela de química y farmacia que beneficiara los diversos sectores económicos de la nación, especialmente la agricultura, la minería y la explotación de productos naturales como el petróleo. Además, reconocían a la industria como un factor relevante para acrecentar la riqueza pública, la cual requería de personal versado en química industrial para sustituir a los químicos europeos. Los profesionales de la química, asimismo, serían de gran importancia en la higiene pública, toxicología y comercio. Por estas razones, la creación de la mencionada escuela pondría a México en el camino de alcanzar el desarrollo que ya tenía la química en países más industrializados.

En 1914 se formó otra comisión, también integrada por miembros de la Sociedad Farmacéutica, para analizar la propuesta de su antecesora. En agosto de 1916, Ricardo Caturegli, Adolfo P. Castañares y Miguel Cordero conformaron una tercera comisión encargada de profundizar en los planteamientos de 1913. La creación de una escuela especial de farmacia no se llevó a cabo, sin embargo, en 1919, se integraron los estudios de farmacia a la Escuela Nacional de Química Industrial (actual Facultad de Química), en la que los farmacéuticos serían los encargados de dirigirla durante los siguientes doce años.

3.3.2 La Ingeniería Química

A partir de la década del 80 del siglo XIX, en otros países se comenzó a plantear la creación de una carrera que estuviera centrada en la aplicación de la química a los procesos industriales, es decir, una ingeniería química. Peppas menciona que los orígenes de la ingeniería química se relacionan directamente con la Revolución Industrial de los siglos XVIII y XIX en Europa y en Estados Unidos y algunos cambios sociopolíticos en Europa alrededor de mediados del siglo XIX. Sin embargo, este autor también menciona que la

ingeniería química se practicaba desde la época de los antiguos griegos y romanos cuando elaboraban jabón y vino, así como en el tratamiento de minerales.⁹⁴⁵

En la industria, la química aplicada dio lugar a nuevas ramas de producción por lo que en los países industrializados comenzaron a darse cuenta de la necesidad de la ingeniería química. En 1884, Henry Edward Armstrong, en Londres planeó un curso de cuatro años que incluía química, ingeniería, mecánica, matemáticas, dibujo, química tecnológica y talleres, sin embargo no prosperó su propuesta.⁹⁴⁶ Fue en 1887, cuando Georges Edwards Davis (1850-1906) en una conferencia en Manchester, Inglaterra, propuso la creación de una carrera especial que produjera profesionistas capaces de controlar los diversos procesos de la industria química moderna, controlar las variables de éstos y manejar y conocer las constantes físicas y químicas de las sustancias utilizadas en dichos procesos;⁹⁴⁷ también se publicó una serie de doce conferencias suyas en el *Chemical Trade Journal*. Davis era inspector industrial y su intención era trasladar a las aulas el conocimiento que había adquirido en los años que inspeccionó industrias químicas. En 1901 publicó el *Handbook of Chemical Engineering*, en el que introdujo el concepto de operaciones unitarias,⁹⁴⁸ es decir, consideró los procesos de manufactura química como una secuencia y combinación de un pequeño número de operaciones.⁹⁴⁹ Landau y Rosenberg definen la ingeniería química como

⁹⁴⁵ Peppas, Nikolaos A. "The origins of academic chemical engineering". *One hundred years of chemical engineering*. Ed. Nikolaos A. Peppas. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 1989, p. 1.

⁹⁴⁶ Valiente Barderas, Antonio y Rudi Primo Stivalet. *El ingeniero químico, ¿qué hace?*. México: Alhambra, 1988, p. 110.

⁹⁴⁷ Pérez Zárate C. *Historia de la educación de la ingeniería química en México durante el siglo XX* (Trabajo Monográfico). UNAM-Facultad de Química, 2004, pp. 15 y 16.

⁹⁴⁸ Peppas, *op. cit.*, p. 3.

⁹⁴⁹ Valiente Barderas y Primo Stivalet, *loc. cit.*

un conjunto de habilidades para diseñar equipos involucrados en procesos químicos industriales.⁹⁵⁰

En 1888, el profesor Lewis M. Norton (1855-1893) del departamento de química del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), comenzó a impartir un curso de ingeniería química. El curso se basaba en las notas de Norton sobre la química industrial de Alemania, país que, en aquel entonces, tenía la industria química más avanzada en el mundo. El MIT fue la primera institución que ofreció un plan curricular de ingeniería química de cuatro años en 1888. Posteriormente, antes de finalizar el siglo XIX, otras universidades de Estados Unidos crearon programas de ingeniería química de cuatro años: la Universidad de Pensilvania y la Universidad Tulane de Louisiana en 1894; así como la Universidad de Michigan y la Universidad Tufts en Massachussets en 1898.⁹⁵¹

En el caso de México, durante el siglo XIX, las únicas personas que tenían que cursar cursos obligatorios de química a nivel superior eran las personas que realizaban una carrera relacionada con la minería, aunque a partir de la década del 40, también los médicos, y después de la década del 50, los alumnos de la Escuela Nacional de Agricultura y de la Escuela de Artes y Oficios. Los egresados de estas carreras tenían el potencial para aplicar sus conocimientos de química en el sector productivo, ya sea incorporándose a una industria o creando una propia. Algunas personas que obtuvieron formación académica en el ámbito de la química y que incursionaron en empresas propias relacionadas con esta disciplina fueron Lucas Alamán, Leopoldo Río de la Loza, Sebastián Camacho, quien era ensayador egresado del Colegio de Minería en 1845, y estableció una industria que consumía grandes

⁹⁵⁰ Landau, R. y Rosenberg, N. "Successful commercialization in the chemical process industries". *Technology and the wealth of nations*. Eds. Ralph Landau, Nathan Rosenberg y David C. Mowery. Stanford: Stanford University Press, 1992, p. 86.

⁹⁵¹ Peppas, *op. cit.*, pp. 3 y 7.

cantidades de salitre y de sosa.⁹⁵² A su vez, Richard E. Chism, quien se acreditaba como “doctor en filosofía” por sus contribuciones a la química, y quien se recibió de ingeniero de minas en 1876 en la Universidad de Lafayette,⁹⁵³ revalidando su título en la Escuela Nacional de Ingenieros en 1891, tenía un laboratorio donde ejecutaba informes periciales, medidas y ensayos de minerales con exactitud.⁹⁵⁴

No obstante, existían desde hace mucho tiempo en México, otras industrias químicas que se salían de la esfera de la metalurgia. Sin embargo, no existían los estudios académicos vinculados a estas industrias. Esto se intentó cambiar cuando se crearon las cátedras de química aplicada a las artes y de química industrial.

Sobre la química práctica que se llevaba a cabo en las industrias mexicanas en el siglo XIX, Martínez opina lo siguiente:

...la química más bien se llevaba a cabo como un arte, faltando el uso de muchos técnicos y armas científicas para mejor realizar los procedimientos de manufactura de los diferentes productos. La tecnología o modo de fabricar cada serie de productos era más o menos un arte independiente y así había: químicos jaboneros, químicos metalúrgicos, químicos cerveceros, químicos de la industria textil, etc. Cada industria según su propia experiencia desarrollaba sus propios aparatos y sus propios procedimientos que mejor le convenían para llevar a cabo cada una de las operaciones dentro del procedimiento de manufactura.⁹⁵⁵

En el caso de la Escuela de Ingenieros, en la sesión de la junta de profesores del 14 de junio de 1893, Rivera y Salazar plantearon que había algunas especialidades del ramo de ingeniería que eran indispensables y que aún no se impartían en la escuela como Ingeniero

⁹⁵² *El Minero Mexicano* I, 1 (10 de abril de 1873), p. 8.

⁹⁵³ *El Minero Mexicano* XXXIV, 18 (4 de mayo de 1899), p. 214.

⁹⁵⁴ *El Minero Mexicano* XXXIV, 23, (8 de junio de 1899), p. 276.

⁹⁵⁵ Martínez, J. “Notas históricas sobre el desarrollo de la ingeniería química en México”. *Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia*. Tomo I. Ed. Enrique Beltrán. México: Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, 1964, p. 188.

de Sanidad. En esa misma sesión Ezequiel Pérez llamó la atención sobre que la carrera de Ensayador y Apartador de metales no tenía el título de ingeniero y que como tiene conocimientos extensos de química podría llamarse Ingeniería química. Sin embargo Contreras objetó que no podría llamarse así porque los conocimientos de Química Orgánica de los ensayadores eran muy limitados. Rodríguez Rey, al igual que Pérez, consideraba que la profesión debía nombrarse como Ingeniero Químico. Finalmente propusieron que se denominara Ingeniero ensayador y apartador de metales. La comisión no aceptó la propuesta y argumentaba que los ingenieros son aquellos profesionales que en sus trabajos tienen que hacer aplicaciones frecuentes de las matemáticas.⁹⁵⁶

Otra propuesta la encontramos a principios del siglo XX. Francisco Garibay, quien era profesor de aplicaciones de la electricidad en la Escuela Nacional de Ingenieros, en 1901 planteó la posibilidad de fusionar las carreras de ingeniero industrial y electricista para crear dos nuevas: la de ingeniero mecánico y electricista y la de ingeniero químico.⁹⁵⁷ Sin embargo, tampoco se llevó a cabo.

En 1911, Luis Salazar (n. 1849) presentó un proyecto para los estudios en la Escuela Nacional de Ingenieros:

Las carreras de ingeniero que se consulta establecer en la Escuela Nacional de Ingenieros son: Civil, de Minas, Electricista, Mecánico, Químico, Hidráulico y Sanitario, Geógrafo y Astrónomo; y además las de Topógrafo y Geodesta, Metalurgista y Ensayador...

...El amplio campo de explotación que el ingeniero tiene con los constantes progresos de la electricidad, el desarrollo que las industrias fabriles y químicas están adquiriendo, justifica la subdivisión de la carrera del ingeniero industrial que se ramificará en ingeniero electricista, ingeniero mecánico é ingeniero químico...

⁹⁵⁶ Anza J. (1893). "Sesión del 14 de junio de 1893".

⁹⁵⁷ Ramos Lara, *op. cit.*, pp. 135 y 136.

En el plan que se proponía para la carrera de Ingeniero químico incluía, entre otras materias, los cursos de “química analítica”, “química industrial”, “electroquímica”, “química-física”, “elementos de mineralogía, geología y metalurgia”, “bacteriología” y “práctica de seis meses en los establecimientos de industrias químicas”.⁹⁵⁸ Sin embargo, en un proyecto de 1913, aprobado por la Junta de Profesores, ya no aparece la carrera de Ingeniero químico ni la cátedra de química industrial.⁹⁵⁹ La ingeniería química se institucionalizaría con la creación de la Escuela Nacional de Química Industrial.

3.3.3 La Escuela Nacional de Química Industrial

Hacia 1915, tanto la Sociedad de Química Mexicana, integrada principalmente por farmacéuticos, como el químico Juan Salvador Agraz idearon la creación de una escuela de química, con un plan de estudios encaminado a las industrias químicas.

Por un lado, el Director General de Enseñanza Técnica del Gobierno Constitucionalista, Juan León, le solicitó al farmacéutico Roberto Medellín una propuesta curricular para la escuela de química. Medellín, a su vez, le pidió a otros farmacéuticos como Roberto Caturegli, Francisco Lisci, Julián Sierra y Adolfo P. Castañares su colaboración para elaborar los planes para las carreras de Químico Industrial, Perito de Industrias y Práctico de Industrias. De acuerdo con León, “...el objetivo central de la Escuela era formar recursos humanos que impulsaran y fomentaran la industria nacional a través de la difusión de los conocimientos teóricos y prácticos de la química, con el interés de explotar los recursos naturales del país”.⁹⁶⁰ El plan de los farmacéuticos constaba de cuatro años:

⁹⁵⁸ *Universidad Nacional de México. Proyecto del plan de estudios de la Escuela de Ingenieros*. México: Tip. de la Oficina Impresora de Estampillas, 1911, pp. VI, VII, 6 y 17.

⁹⁵⁹ *Universidad Nacional de México. Proyecto del plan de estudios de la Escuela Nacional de Ingenieros aprobado por la Junta de Profesores de México*. México: Tipografía de “El Escritorio”, 1913, p. 3.

⁹⁶⁰ León Olivares, F. (2014). “Génesis de la formación de químicos en México”. En Ramos Lara y León Olivares F. (coordinadores). *Aportes recientes a la historia de la química en México*. México, D.F.: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, p. 190

Cuadro 3.10. Plan de estudios de la carrera de Farmacia en 1915

Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año
Química de los metaloides	Química de los metales	Química de carbono	Análisis cuantitativo
Física elemental	Física aplicada	Análisis cualitativos	Mineralogía y geología aplicadas
Matemáticas	Botánica y zoología aplicadas	Inglés	Segundo curso de alemán
Lengua nacional	Mecánica aplicada	Primer curso de alemán	Contabilidad y economía industrial
Conferencias sobre moral y civismo	Francés	Conferencias sobre higiene industrial	Conferencias sobre legislación industrial y obrera
	Dibujo lineal y de máquinas		
	Conferencias sobre geografía e historia		

Fuente: León Olivares, 2014.

Por otro lado, en enero de ese año, Juan Salvador Agraz le presentó al presidente Eulalio Gutiérrez, a través de José Vasconcelos, secretario de Instrucción Pública, un proyecto para crear una Escuela o bien un Instituto de Química, sin embargo, pocos días después se instaló el gobierno de Venustiano Carranza en la capital.

Carranza nombró a Félix Palavicini como Secretario de Instrucción Pública y Bellas Artes. Mateos menciona que Palavicini era amigo personal de Agraz.⁹⁶¹ Éste también le presentó a Palavicini el proyecto, el cual fue aprobado, pero, de acuerdo con León Olivares, se conservó el plan de los farmacéuticos.⁹⁶² Juan Salvador Agraz se convirtió en el fundador y primer director de la Escuela Nacional de Química Industrial, la cual se instaló en un edificio del pueblo de Tacuba que anteriormente había sido la sede del Sanatorio Jiménez.⁹⁶³

El objetivo de la escuela era:

...impulsar la industria nacional, difundir los conocimientos teóricos y prácticos relacionados con la química a fin de que sirvan de base para la práctica de diversas industrias. Será centro de investigaciones, cuerpo consultivo e institución de propaganda, por la cual han de verse como se pueden aprovechar los muchos y ricos productos naturales que en el país existen, fundándose industrias

⁹⁶¹ Mateos Gómez J. (2015). “Los primeros 40 años: 1916-1956”. En Garritz Ruiz A. y Mateos Gómez J. (editores). *Historia de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su primer siglo: 1916-2016*. México, D.F.: UNAM, p. 11.

⁹⁶² León Olivares, F. (2014). *op. cit.*, p. 191.

⁹⁶³ “Nueva Escuela de Industrias Químicas” (27 de febrero de 1916). *El Pueblo*, p.4.

que nos sirvan para no necesitar en multitud de casos, recurrir al extranjero en busca de ciertos objetos indispensables para la vida...⁹⁶⁴

De acuerdo con Pacheco Mejía, "...la aspiración de Agraz mantenía un doble propósito: remediar la injustificada ausencia de estudios profesionales en química y la ausencia de una integración de estos con la industria...".⁹⁶⁵

Juan Salvador Agraz y Ramírez de Prado nació en San Agustín Tecolotlán, Jalisco, en 1881. Sus estudios preparatorios los realizó en el Liceo de Varones del Estado de Jalisco, lugar en donde fue preparador de la clase de química auxiliando al profesor Adrián Puga.⁹⁶⁶ A finales del siglo XIX, concretamente en el año de 1898, viajó a París para continuar con sus estudios, estando allí:

...ingresó como alumno interno de *l'École Duvignau de Lanneau*, institución privada que destacaba por su profesorado: Juan Salvador Agraz recibió cátedras de los maestros Raoul Bricard (1870-1944), H. Duval, Charles-Ange Lainsant (1841-1920), C. Lauer, Amal, Deffait, Boudelot, entre otros. Se ubicaba en la Rue de Rennes, 17; y era considerada como una de las escuelas preparatorias para *l'École Centrale des Arts et Manufactures*, donde se otorgaba el grado de *Baccalauréat Scientifique* (Bachiller en ciencias, equivalente a la educación media superior o preparatoria). De nuevo sus profesores notaron su vocación por la química haciendo observaciones sobre su desempeño en sus boletas de calificaciones...⁹⁶⁷

Terminando sus estudios en esta institución se matriculó en el *Institut de Chimie Appliquée* de París en 1901, para seguir la carrera de Ingeniero Químico. Los profesores que

⁹⁶⁴ "Solemne inauguración de la Escuela Nacional de Química Industrial" (24 de septiembre de 1916). *El Pueblo*, p. 1.

⁹⁶⁵ Pacheco Mejía I. (2011). *Juan Salvador Agraz y el origen de la Escuela Nacional de Industrias Químicas en México*. (Tesis Master Erasmus Mundus TPTI). Université Paris 1 Pantheon-Sorbonne, p. 9.

⁹⁶⁶ Lancaster Jones R. (1º de octubre de 1956). "Evocación de Juan Salvador Agraz". *El Informador*, p. 5.

⁹⁶⁷ Pacheco Mejía I. (2011). *op. cit.*, p. 16.

lo examinaron para su ingreso fueron Henri Moissan (1852-1907), quien fue Premio Nobel de Química en 1906, Armand Gautier y Camille Chabrié (1860-1928).

Dentro de esta institución Agraz fue alumno de Moissan en la cátedra de Halógenos, y en dos cursos de Química Mineral y Electroquímica; Berthelot (1827-1907) en la cátedra de Química Orgánica (en 1907, a la muerte de Moissan⁹⁶⁸ y de Berthelot,⁹⁶⁹ Agraz publicó sendas biografías de estos químicos en el periódico *El Diario*), H. Copaux (1872-1934) en el curso de Química Analítica, Jean Perrín en la asignatura de Fisicoquímica; Armand Gautier, en Química Biológica; Alfred Ditte (1843-1908), en Metales y Sales; Raoul Bricard y H. Poincaré (1851-1912), en Ingeniería Química; Adolphe Carnot (1839-1920), en Ingeniería Química y todo lo relacionado a carbones, cocas, gas, etc.; M. Urbain, en Tierras Raras y Adolphe Minet (1854-1914), en Química Industrial Eléctrica.⁹⁷⁰

Agraz también tuvo un periodo extenso de práctica en la industria europea. En primer lugar, estuvo en la fábrica de “Claude et Cies.”, en *Bologne sur Seine*, donde se obtenía hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, amoníaco y sales amoniacales. En París efectuó trabajos prácticos en las industrias de jabón, tabaco (para fumar, mascar y rapés), nicotinas, fósforos y pastas alimenticias. Además, algunos cursos requerían trabajos prácticos como las cátedras de ingeniería química por lo que Agraz tuvo la oportunidad de participar en el Servicio Público, específicamente en obras de abastecimiento de aguas, drenaje y pavimentación, alumbrado público y mercados municipales. También hizo prácticas sobre presas, esclusas, albañales y colectores en el norte de París y en los talleres de *Chemins de Fer du Nord*. En las ciudades de Lyon y Lille, Francia, hizo prácticas sobre hilados y tejidos. En Toulouse

⁹⁶⁸ Agraz J. (5 de marzo de 1907). “La vida y la obra de Henri Moissan”. *El Diario*, p. 6.

⁹⁶⁹ Agraz J. (18 de abril de 1907). “Berthelot. Su vida, su obra. 1827-1907”. *El Diario*, p. 4.

⁹⁷⁰ Pacheco Mejía I. (2011). *op. cit.*, 35 y 36

visitó a los químicos Paul Sabatier (1854-1941), quien recibió el Premio Nobel en 1912 y Juan S. Senderens, que experimentaban utilizando el níquel como catalizador en síntesis químicas.

Por su parte H. Moissan lo recomendó para realizar prácticas en la compañía minera *Il Zolfo* en Sicilia, Italia, en aquella época estaba bajo la dirección del Dr. Commandocci; ahí realizó un estudio sobre el azufre desde el punto de vista geológico, su explotación, su extracción, refinación y el aspecto económico. Posteriormente, Carnot y Gautier le comisionarían en Londres el muestreo y análisis de una cantidad significativa de benceno de la *English Cral. Company*, en la misma ciudad conoció a dos químicos: William Crookes (1832-1919), descubridor del Talio mediante un análisis espectral y William Ramsay (1852-1916), investigador de los gases nobles y ganador del Premio Nobel en 1904.

Para obtener su título, Agraz presentó como tesis el proyecto para una Planta de Sosa Caustica por el “Método Electrolítico de la Sal Común”. El sínodo de su examen estuvo integrado por H. Moissan, Química Mineral; Alfred Ditte, Metales y Sales; Berthelot, Química Orgánica; Jean Perrin, Fisicoquímica; A. Gautier, Química Biológica; C. Chabrié, Química Industrial (parte mineral); J. Dupont y P. Freundler, Química Industrial (parte orgánica); Copaux, Química Analítica; A. Minet, Química Industrial Eléctrica; Riban; Electroquímica Analítica y Urbain en Tierras Raras. Berthelot anunció el resultado, todos los profesores calificaron certeramente el examen como *Notable*.⁹⁷¹ Posteriormente realizó estudios en la Universidad de Leipzig, Alemania de la que obtuvo el título Cum Laude de Doctor en Ciencias Químicas ⁹⁷².

⁹⁷¹ *Ibidem*, pp. 36-38

⁹⁷² Lancaster Jones R. (1º de octubre de 1956). *op. cit.*, p. 5.

En 1905 regresó a México en donde concursó por la cátedra de Química en la Escuela Nacional Preparatoria para sustituir a Andrés Almaraz. La oposición fue ganada por el farmacéutico Julián Sierra. Posteriormente obtuvo el puesto de Ingeniero en el Ferrocarril Central Mexicano, para dirigir las brigadas de trabajadores durante la construcción del Túnel de Barrientos. Más tarde Carlos F. Landero, lo invitó a trabajar en la Compañía Minera Real del Monte y Pachuca, S.A. Posteriormente ocupó el puesto de Químico Director del ingenio Central Santiago en Zacatepec⁹⁷³ y el de Jefe de los laboratorios de ensaye de Real del Monte.⁹⁷⁴ En 1907, tenía el cargo de Preparador de Química en la Escuela Nacional de Agricultura.⁹⁷⁵ En 1908, José Guadalupe Aguilera lo invitó a ocupar el puesto de Químico en el Instituto Geológico Nacional, donde, con el tiempo se convertiría en Químico en Jefe. Allí realizó los trabajos relacionados con el descubrimiento de los mármoles de Tehuantepec, Oaxaca, de análisis de nitrógeno y gases raros del aire y un método para determinar los pesos atómicos de las tierras raras, trabajos que contribuyeron para que fuera el primer mexicano en recibir el nombramiento de Miembro de la Comisión Internacional de Pesos Atómicos.⁹⁷⁶

Por su parte el tabasqueño Félix Fulgencio Palavicini, se graduó como ingeniero topógrafo en el Instituto Juárez de Tabasco. Se integró a la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes cuando ésta era dirigida por Justo Sierra. En 1906 el presidente Díaz lo comisionó para estudiar la organización pedagógica y material de las escuelas primarias industriales de París.

⁹⁷³ *Ídem*

⁹⁷⁴ Diéguez C. (24 de julio de 1949). "Breve biografía del Sr. Ingeniero D. Juan Salvador Agraz y Ramírez". *El Informador*, p. 24.

⁹⁷⁵ Agraz J. (18 de abril de 1907). "Berthelot. Su vida, su obra. 1827-1907". *El Diario*, p. 4.

⁹⁷⁶ Pacheco Mejía I. (2011). *op. cit.*, p. 43.

Más específicamente, Palavicini debía observar los planes de estudio, los métodos y procedimientos empleados en la enseñanza, conocer la legislación que normaba a las escuelas en su parte técnica, tomar nota de cuáles eran sus obras de texto y de consulta y relacionarse con los pedagogos especiales en materia de escuelas primarias elementales. También tenía la encomienda de estudiar la organización material, lo cual incluía los edificios escolares, las muestras de máquinas, herramientas, materiales empleados y trabajos efectuados por los alumnos.

En el cumplimiento de la comisión, Palavicini también tenía la obligación de cursar dos asignaturas de las escuelas primarias industriales. El comisionado obtuvo los certificados de los cursos de “Arte aplicado a los Oficios” y “Economía Industrial y Estadística” en el Conservatorio Nacional de Artes y Oficios de París. Concluida esta parte debía visitar las escuelas técnicas de artes y oficios como las de Aix, Angers, Chalons y Lille así como la Escuela Nacional Práctica de Cluny.

Aunque la comisión de Palavicini tenía como objeto principal las escuelas de París, ésta se inició con visitas a escuelas industriales de Nueva York y Boston y concluyó con un viaje a Suiza, Bélgica y Japón. El resultado de esta comisión que duró diez meses se publicó en un texto intitulado *Las escuelas técnicas. Massachusetts, E.U.A., Francia, Suiza, Bélgica, Japón* que fue publicado en 1909.⁹⁷⁷

⁹⁷⁷ Ávila Galinzoga J. (2011). *op. cit.*, pp. 302 y 303.



Figura 35. Félix Fulgencio Palavicini

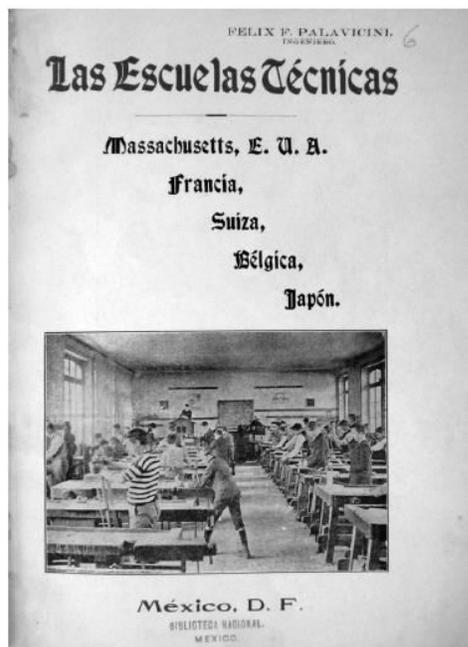


Figura 36. El informe de Palavicini

Medellín ya había seleccionado al personal para la escuela, sin embargo, Agraz no tomó en cuenta a los farmacéuticos y en su lugar contrató a Rafael Aguilar como profesor de química elemental; a Ricardo Treviño, de física elemental; a Gabriel Terrés, de mecánica; a Luis M. Echegaray como Jefe de Laboratorio; a Manuel González de la Vega, de ayudante de laboratorio de química experimental, y a Rodolfo S. Palomares como jefe de taller de laboratorio experimental,⁹⁷⁸ a Juan Manuel Noriega profesor de botánica y zoología, entre otros.⁹⁷⁹

Agraz obtuvo recursos para sostener y equipar la escuela solicitándolos a la Secretaría de Instrucción Pública y vendiendo dos casas suyas en Durango y una fábrica de productos químicos. Además, donó su laboratorio y biblioteca particular y gestionó que un equipo de laboratorio comprado en Alemania y que estaba destinado originalmente para la ENAE, fuera

⁹⁷⁸ León Olivares, F. (2014). *op. cit.*, p. 192.

⁹⁷⁹ Martínez Solís S. (2016). *La Facultad de Ciencias Químicas y el proyecto de industrialización en México (1916-1937)* (Tesis de Maestría). UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, p. 24.

cedido a la ENQI. Los estudios se inauguraron el 3 de abril de 1916 con las carreras de Químico Industrial, Perito en Industrias y Práctico en Industrias (cuadro 3.11).⁹⁸⁰

Cuadro 3.11. Plan de Estudios para la carrera de Químico Industrial (1916)

Primer año Química de los metaloides Física elemental Matemáticas (aritmética, álgebra, geometría) Lengua nacional Conferencias sobre moral y civismo Dos industrias	Segundo año Química de los metales Física aplicada Botánica y zoología aplicadas Mecánica aplicada Francés Dibujo lineal y de máquinas Conferencias sobre geografía Dos industrias	Tercer año Química del carbono Análisis cualitativo Inglés Primer curso de alemán Conferencias sobre higiene industrial Dos industrias	Cuarto año Análisis cuantitativo Mineralogía y geología aplicadas Segundo curso de alemán Contabilidad y economía industriales Conferencias sobre legislación industrial y obrera Dos industrias
--	--	--	--

Fuente: Garritz y Mateos, 2015



Figura 37. Centenario de la ENQI. Facultad de Química. Fotografía del autor.

Los estudios de Peritos en Industrias y Prácticos en Industrias se regían por el siguiente reglamento:

⁹⁸⁰ Mateos Gómez J. (2015). *op. cit.*, p. 11 y 12.

Artículo 9. Los alumnos que ingresen a la Escuela con el propósito de seguir los cursos de peritos industriales, a fin de obtener el diploma correspondiente que les expedirá la Dirección General de la Enseñanza Técnica, tendrán la obligación de cursar, por lo menos, los dos primeros años de estudios referentes a los químicos industriales.

Artículo 10. Los alumnos que, habiendo ingresado a la Escuela para hacer los estudios de peritos industriales, quieran abarcar el aprendizaje de mayor número de industrias, deberán cursar un año más de estudios, o sea, el correspondiente al tercero de los químicos industriales.

Artículo 11. Los peritos industriales tienen el derecho de especializarse en determinada industria, siguiendo su aprendizaje, por lo menos durante dos años consecutivos, suprimiendo de sus programas alguna o algunas de las otras industrias, para tal objeto.

Artículo 12. Los peritos industriales tienen, además, la obligación de asistir a las conferencias que en el cuarto año de estudios reciben los químicos industriales, sobre legislación industrial y obrera.

Artículo 13. Los alumnos que se inscriban en la Escuela para seguir los cursos de prácticos en industrias harán, por lo menos durante un año, el aprendizaje práctico de la industria o industrias en que deseen especializarse. Estos alumnos solamente tendrán derecho al certificado correspondiente, expedido por la dirección de la Escuela.

Artículo 14. Tendrán la obligación de los prácticos industriales de asistir, además a las conferencias de geografía e historia, higiene industrial, legislación industrial y obrera y a las de urbanidad, moral y civismo que reciben los alumnos de otros cursos.

Artículo 15. Los analfabetos tienen el derecho de inscribirse en los cursos que preparan para la ocupación de prácticos en la industria, pero están obligados a seguir, aparte de las conferencias indicadas en el artículo anterior, el curso siguiente de enseñanza rudimental: lectura, escritura, aritmética, geometría, elementos de ciencias físicas y naturales, dibujo.

Artículo 16. Al inaugurarse la Escuela se establecerán, para el aprendizaje de los alumnos, las siguientes secciones industriales, que funcionarán desde luego:

1. Industria de las materias grasas
2. Gran industria química
3. Industria de las fermentaciones

4. Industria de las materias tanantes y curtientes
5. Industria de los aceites esenciales, látex, gomas y resinas
6. Industria del petróleo

Artículo 17. A medida que las circunstancias económicas lo permitan se irá ampliando la esfera de acción industrial de la Escuela con el establecimiento de las siguientes industrias:

7. Industria de la cerámica
8. Industria de las materias colorantes, de la tintorería y de los estampados
9. Industria de las materias explosivas
10. Industria de las conservas alimenticias
11. Industria de la madera, del papel y de la celulosa
12. Industria de los azúcares y almidones y algunas otras industrias⁹⁸¹

En los primeros cursos se suscitaron algunos problemas como lo menciona León Olivares:

La clase de química de los metaloides, por ejemplo, la impartió el Sr. Rafael Aguilar, quien se desempeñaba como secretario de la escuela; aunque en su clase ocupaba un libro en francés, sus limitaciones académicas eran notorias. La cátedra de física la impartió el Sr. Ricardo Treviño, que al igual que el anterior, tenía conocimientos muy limitados sobre la materia y abandonó el curso dos meses antes de finalizarlo. Uno de los pocos laboratorios que se instalaron fue el de experimentación, atendido por el maestro Rodolfo S. Palomares, quien había tomado un curso de química industrial y metalurgia en la Escuela de Minas y Metalurgia, en Missouri, Estados Unidos; su ayudante fue el alumno Manuel González de la Vega.⁹⁸²

De los profesores fundadores, solo Rodolfo de Santiago Palomares continuó como profesor de la institución durante varios años.⁹⁸³

⁹⁸¹ Garritz Ruiz A. y Mateos Gómez J. (editores). *Historia de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su primer siglo: 1916-2016*. México, D.F.: UNAM, pp.

⁹⁸² León Olivares, F. (2014). *op. cit.*, p. 193

⁹⁸³ Padilla Olivares, J. (2001). "Génesis de una facultad". *Journal of the Mexican Chemical Society* 45, 3, p. 42.

En junio de 1917, el periódico *El Pueblo* realizó un reportaje sobre la ENQI, parte del texto expresaba:

Las Salas de Preparación

Varias salas de preparación recorrió el representante de El Pueblo, estando la mayoría de ellas perfectamente dotadas y en las mejores condiciones y siendo las de preparación industrial y de análisis de petróleo, las más interesantes.

La sala de preparaciones industriales cuenta con cuantos aparatos son necesarios para elaborar perfumes, jabones, lociones aromáticas, y en general, toda suerte de artículos de perfumería.

Tiene, además, la mencionada sala, maquinaria y elementos bastantes para preparar sustancias industriales de gran utilidad y que se emplean en la fotografía, en el grabado, la galvanoplastia y en otras muchas industrias.

Las Salas de Análisis Petroleros

Después acompañado nuestro cronista, por el señor Rafael Aguilar, Secretario del Instituto de Química, pasó a la sala de análisis petroleros que, como hemos dicho, es una de las más interesantes y, seguramente, de las mejor dotadas.

El señor Aguilar, al acompañar a nuestro representante, le refería una a una la utilidad de cada una de las máquinas, y el mecanismo minucioso y sutil de todas y cada una de sus piezas. Entre esa maquinaria vimos algunas piezas bastante interesantes.

Las asignaturas

En cuanto a las asignaturas que en esa nueva institución se practican, contamos veinte y tantas, todas de gran interés industrial. En la clase de perfumería práctica se hallan inscriptas, hasta ahora, más de cien señoritas, que están siendo enseñadas a preparar en sus mismos domicilios, valiéndose de procedimientos muy simples, artículos de tocador que resultan tan perfectos, como los obtenidos en las casas comerciales del ramo.

Además de la asignatura que citamos, existen algunas otras de carácter meramente científico y que componen la nueva carrera de ingeniero químico, para la que es preciso haber hecho antes estudios preparatorios y cursar cuatro años más en ese nuevo plantel.

Se proyectan grandes mejoras en el establecimiento

No obstante que ya se encuentran en muy buenas condiciones la Escuela que mencionamos, sabemos que se hacen algunas gestiones a efecto de que cuanto antes se emprendan las reparaciones y mejoras que en ese plantel son necesarias.

Es de esperarse que en un plazo muy breve se mejoren aún más las condiciones de ese establecimiento y entonces, seguramente, será uno de los más útiles y de los que en el futuro presten mayores beneficios al país, contribuyendo así al desarrollo de nuestra industria.⁹⁸⁴



Figura 38. Nota sobre la ENQI. HNDM

⁹⁸⁴ "El Instituto Nacional de Química" (4 de junio de 1917). *El Pueblo*, p. 1

En ese mismo año de 1917, la escuela pasó a ser Facultad de Ciencias Químicas. Además, empezó a ser obligatorio que los alumnos aspirantes cursaran los estudios preparatorios (antes sólo se les pedía el certificado de educación primaria superior). Se establecieron las visitas a industrias. Por ejemplo, Clemente Jacques le envió una carta a Agraz informándole que los alumnos serían bien recibidos en sus instalaciones.⁹⁸⁵

También se formó la primera Sociedad de Alumnos, en la que uno de sus integrantes, Rafael Illescas Frisbie, futuro director y profesor emérito de la Facultad, manifestó a sus compañeros que los profesores que impartían las cátedras no eran los adecuados.⁹⁸⁶

En 1918, hubo cambios radicales en la nueva escuela. Por un lado, se incorporó la escuela a la Universidad Nacional y se iniciaron los estudios de Ingeniería Química y Doctor en Química.

Cuadro 3.12. Planes de estudio para Ingeniería Química y Doctor en Química

Ingeniería Química (1918)				Doctor en química
Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Primer curso de química (metales)	Segundo curso de química general (primero de orgánica)	Tercer curso de química general (segundo de orgánica)	Complemento de química general (elementos raros)	Química biológica
Prácticas de laboratorio	Prácticas de laboratorio	Prácticas de laboratorio	Análisis industriales	Síntesis química
Matemáticas superiores	Análisis cualitativo	Química física	Electricidad y electroquímica	Análisis inmediatos y microquímicos
Nociones de topografía y dibujo topográfico	Mecánica analítica	Análisis cuantitativo	Dibujo de proyectos	Física superior
Primer curso de alemán	Segundo curso de alemán	Mineralogía y geología	Legislación industrial y obrera	Historia y filosofía de la química
Tecnología química (mineral)	Ejercicios físicos	Mecánica aplicada y establecimiento de máquinas	Higiene industrial y obrera	Estudios complementarios de matemáticas superiores
Ejercicios físicos	Tres industrias	Dibujo de máquinas	Ejercicios físicos	Terminología química e industrial en alemán
Tres industrias		Ejercicios físicos	Tres industrias	
		Tres industrias	Tesis profesional	

Fuente: Garritz y Mateos, 2015

⁹⁸⁵ “El asunto Agraz Jacques” (28 de agosto de 1917). *El Pueblo*, p.10.

⁹⁸⁶ León Olivares, F. (2014). *op. cit.*, p. 194

Por otro, los farmacéuticos se integraron a la Escuela de Química. Al respecto, Mateos Gómez menciona que: "...algo sucedió a mediados de 1918, entre el Rector Macías y el Maestro Agraz, que hizo difícil la relación entre ellos...".⁹⁸⁷

Los primeros cambios que se plantearon en ese año fueron los tiempos de las carreras. Se buscó que los estudiantes se graduaran de manera rápida para acceder al campo laboral de la industria. Por esto se eliminaron las materias matemáticas, tecnología química inorgánica, tecnología química orgánica, análisis industrial, matemáticas superiores, y geometría descriptiva, mientras que se aumentó un curso de prácticas de laboratorio. Asimismo, se implementaron una serie de carreras cortas especializadas cuya duración era de tres años: químico cerámico, químico petrolero, químico especialista en gran industria, así como otras de dos años: químico azucarero, químico zimotécnico, químico especialista en materias grasas, químico especialista en curtiduría, y químico tintorero. En la práctica sólo se pusieron en práctica los cursos industriales de la gran industria química, cerámica, petróleo, perfumería, tanantes y curtientes, aceites esenciales, materias colorantes y tintorería, azúcares y almidones, y el segundo curso de fermentaciones.⁹⁸⁸

Los alumnos estuvieron inconformes con los cambios y con algunas cuestiones que sucedían en la escuela desde tiempo atrás. Algunas de las acciones que llevaron a cabo fue solicitar a los profesores farmacéuticos Julián Sierra y Adolfo P. Castañares su ayuda con algunos temas de química, además solicitaron la renuncia de Agraz y de Aguilar como director y secretario de la escuela. El descontento los llevó a organizar una huelga para solicitar a la rectoría de la Universidad una supervisión de las labores académicas.⁹⁸⁹

⁹⁸⁷ Mateos Gómez J. (2015). *op. cit.*, p. 45

⁹⁸⁸ León Olivares, F. (2014). *op. cit.*, p. 196

⁹⁸⁹ *Ibidem*, p. 197

El rector de la Universidad Nacional de México en ese momento era José Natividad Macías. En el año de 1918, el grupo de farmacéuticos le solicitó que los estudios de Farmacia se trasladaran a la Escuela de Ciencias Químicas pues esto era más fácil que crear una Escuela Especial de Farmacia. Agraz se negaba a integrar estos estudios argumentando que la orientación de la escuela era industrial y no farmacéutica.⁹⁹⁰ Fue entonces que Macías se apoyó en la Sociedad Farmacéutica Mexicana y de este modo se envió una comisión formada por Adolfo P. Castañares, Arturo Reyna, Manuel Sánchez Mejorada y Triunfo Bezanilla para evaluar a la escuela y a su director, resultando desfavorable para ambos el dictamen.

Tras esto Castañares fue nombrado director de la escuela en sustitución de Agraz. El grupo de farmacéuticos en bloque se incorporaron a la Facultad: Francisco Lisci, Juan Manuel Noriega, Roberto Medellín, Esther Luque y Miguel Cordero. El nombre de la Facultad cambió a Escuela Nacional de Ciencias Químicas y Farmacia. En 1921 se inauguró la carrera de Químico Farmacéutico con un nuevo plan de estudios. Los primeros profesores fueron ellos mismos y alumnos egresados de las primeras generaciones de la Escuela como el Químico Técnico Rafael Illescas Frisbie y Manuel González de la Vega.

El cambio de dirección no estuvo exento de polémica. Sánchez Mejorada publicaba en *La Farmacia* haciendo referencia a un artículo publicado en *El Universal*:

...a propósito del llamado fracaso de la Universidad Nacional, asegura que la Facultad de Tacuba fue echada a perder por el actual Rector, “poniendo al frente de ella al Sr. Prof. D. Adolfo Castañares, que estudió en Berlín”. No estamos de acuerdo en lo que asienta tan donosamente el periódico de Palavicini, pues si se acusa a la Escuela de puramente “teórica” no como la llamaría cuando estuvo al frente de ella el Sr. J. S. Agraz, fundador de ella, y por lo tanto obligado a formar los industriales del mañana, que todo hizo, menos formarlos, pésele a quien le pesare. El fracaso de dicha Escuela ha

⁹⁹⁰ *Ibidem*, p. 198

hecho que se cambie profesorado y método de enseñanza, pues a pesar de haber estudiado en Francia como dice, el referido Sr. Agraz, no pudo sacar adelante a la Escuela. Una prueba de ello la tenemos en los últimos exámenes de la Facultad, y si es necesario, publicaremos más informes que una Comisión nombrada para presenciarlos rindió a la Universidad. No es justo, ni honrado asegurar que porque el Sr. Castañares estudió en Berlín, no pueda dar a la Escuela una orientación netamente práctica, pues los alemanes han sido maestros de la Química Aplicada. Se nota en el articulista de marras un aliadofilismo rabioso e irracional...⁹⁹¹

Castañares murió repentinamente en agosto de 1919. Lo sucedieron en el cargo otros farmacéuticos: Francisco Lisci de 1919 a 1920, Roberto Medellín de 1920 a 1921, Julián Sierra de 1921 a 1924, Ricardo Caturegli de 1924 a 1927 y Juan Manuel Noriega de 1927 a 1929, nuevamente Roberto Medellín de 1929 a 1931 y ese año fue nombrado director un egresado de la escuela por primera vez, Rafael Illescas Frisbie.



Figura 39. Directores farmacéuticos de la ENIQ después del periodo de Agraz. Facultad de Química. Exdirectores

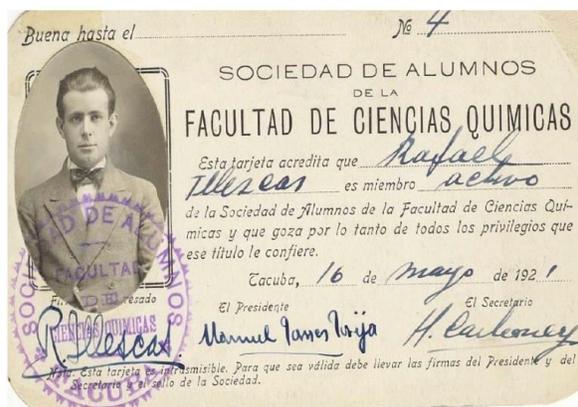


Figura 40. Rafael Illescas Frisbie. Fotografía de Felipe León Olivares

⁹⁹¹ Sánchez Mejorada M. (1919). “La Facultad de Ciencias Químicas y El Universal”. *La Farmacia*, II (5), pp. 86 y 87.

Los estudios de ingeniero químico dieron paso a los de químico industrial en 1918. La carrera de ingeniería química reaparecería en 1927.⁹⁹² Asimismo, las carreras de Químico Técnico y Químico ensayador se implementaron en 1920. Las carreras de Químico Metalúrgico, de Químico y de Químico Petrolero se abrieron en 1921, 1927 y 1928, respectivamente (cuadro 3.13).

En el año de 1922, se informaba que las industrias que se impartían en la Facultad eran metalúrgica, farmacéutica, de materias grasas (jabonería), de aceites esenciales (perfumería), vidriería, porcelana, fotoquímica (fotolitografía, fotograbado, fotocromía, cinematografía, etc.), electroquímica (galvanoplastia), pequeñas industrias domésticas, curtiduría, del petróleo y fermentaciones, azúcares y almidones. Se decía además que:

...cada una de estas ramas de la química industrial cuenta con amplios y bien acondicionados departamentos en el edificio que ocupa la Facultad en la vecina población de Tacuba. Todos tienen sus salones para análisis, clases y laboratorios o taller, a cargo de profesores competentes...⁹⁹³

También se informaba que aquellos estudiantes distinguidos eran pensionados a Alemania para perfeccionar sus estudios. Y quienes seguían la profesión de la industria petrolera se iban a hacer sus prácticas a Tampico bajo los auspicios de la Huasteca Petroleum Company.

Otras innovaciones que se mencionan de la escuela son el Museo Tecnológico donde “...en vitrinas perfectamente clasificadas se muestra al alumno el origen, formación, desarrollo y aplicación de todos los productos naturales susceptibles de ser industrializados por la química...”, el laboratorio número 1, “Adolfo P. castañares” para las prácticas de los

⁹⁹² Mateos Gómez J. (2015). *op. cit.*, p. 49.

⁹⁹³ “En la Facultad de las Ciencias Químicas está gran parte del porvenir de nuestra juventud” (1º de mayo de 1922). *Boletín de la Secretaría de Educación Pública*, p. 277.

Químicos Técnicos. En este lugar se hacían análisis orgánicos, cuantitativos, cualitativos, especiales e industriales. Asimismo, la escuela contaba con las secciones de Química petrolera, de vidriería, de perfumería y de fermentaciones, azúcares y almidones.⁹⁹⁴

Por su parte, Juan Salvador Agraz también se desempeñó como profesor en la Escuela Nacional de Ingenieros, en la que fundó la carrera de Ingeniero Petrolero.⁹⁹⁵ Para la década del veinte habían aumentado los cursos de química también en esta escuela. En 1927 algunos de los antiguos egresados de la ENI y que eran empleados del que en ese entonces se denominaba Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos dictaban cátedra en esta institución, entre los que se encontraban: José G. Aguilera en la clase de geología general e histórica; Juan Salvador Agraz en electroquímica; Tomás Barrera en nociones de geología; Carlos Castro y Salvador Soto Morales en química; Teodoro Flores en mineralogía; Trinidad Paredes en explotación del petróleo; Andrés Villafaña en geología aplicada y en explotación de minas.⁹⁹⁶

Aparte de sus actividades académicas, Agraz dirigió desde 1924 y hasta su muerte en 1949 el Departamento de Pruebas y Análisis de los Ferrocarriles Nacionales de México. Además, fue Inspector Técnico de la Gerencia de Petróleos Mexicanos.⁹⁹⁷

En 1956, siete años después de la muerte de Agraz, Ricardo Lancaster Jones, quien era amigo personal del químico, escribió una biografía de éste en el periódico jalisciense *El Informador*. Allí hace referencia a la disputa entre Agraz y los farmacéuticos:

...pero como hombre luchador, constante y sabio, logró el triunfo de su ideal que era la formación de una Facultad de Ciencias Químicas, dentro de la Universidad de México: el 23 de septiembre de 1916,

⁹⁹⁴ *Ibidem*, pp. 278-280

⁹⁹⁵ Lancaster Jones R. (1º de octubre de 1956). *op. cit.*, p. 5.

⁹⁹⁶ Morelos Rodríguez L. (2014). *op. cit.*, p. 156

⁹⁹⁷ Lancaster Jones R. (1º de octubre de 1956). *op. cit.*, p. 5.

se efectuó la inauguración de esa nueva casa de estudios, que tan óptimos frutos ha rendido al país, siendo el mismo Agraz su primer director. En un principio se denominó Escuela de Industrias Químicas, y fue esta la base de la Facultad mencionada y no la Escuela de Farmacia, que fungía desde mucho tiempo antes, como pretenden los que se empeñan en deslucir el gran mérito de Agraz...⁹⁹⁸



Figura 41. Juan Salvador Agraz. HNDM

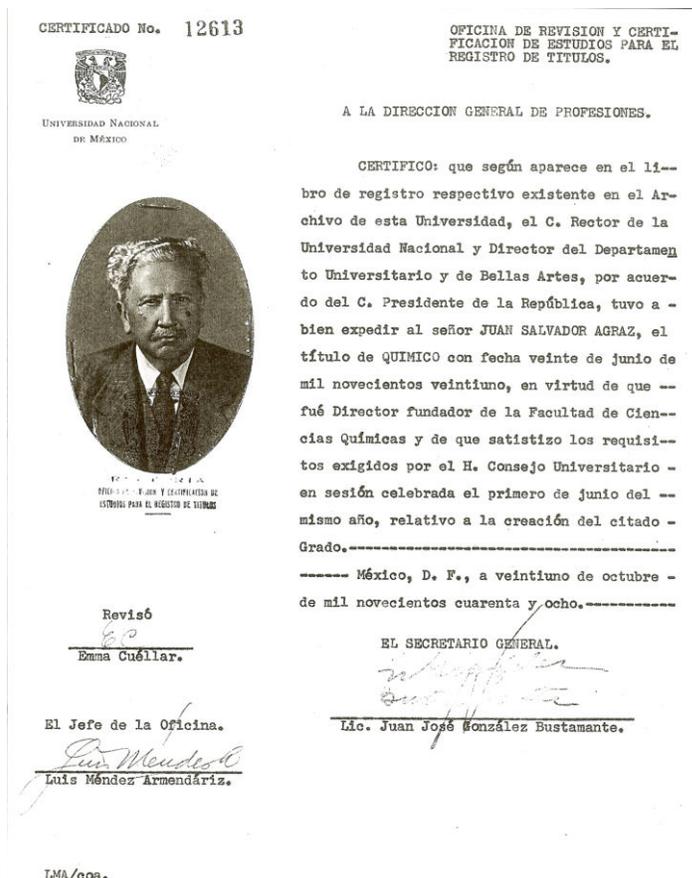


Figura 42. Certificado de Estudios de Químico de Agraz. (Pacheco Mejía, 2011).

Cuadro 3.13. Planes de estudios iniciales de la Escuela Nacional de Industrias Químicas para las diferentes carreras

Químico Industrial (1918)	Químico Técnico (1920)	Químico ensayador (1920)	Químico metalúrgico (1921)	Químico farmacéutico (1921)	Químico (1927)	Químico Petrolero (1928)
<p>Primer año</p> <p>Academias de matemáticas para químicos industriales</p> <p>Primer curso de química general</p> <p>Práctica de laboratorio</p> <p>Mecánica y física elementales</p> <p>Dibujo lineal</p> <p>Ejercicios físicos</p> <p>Dos industrias</p> <p>Segundo año</p> <p>Botánica y zoología</p> <p>Segundo curso de química general</p> <p>Prácticas de laboratorio</p> <p>Física aplicada</p> <p>Dibujo de máquinas</p> <p>Terminología química e industrial en francés</p> <p>Ejercicios físicos</p> <p>Conferencias sobre legislación industrial y obrera</p> <p>Dos industrias</p> <p>Tercer año</p>	<p>Primer año</p> <p>Química inorgánica experimental</p> <p>Análisis químico cualitativo y cuantitativo</p> <p>Botánica y zoología, con prácticas</p> <p>Elementos de geometría analítica y cálculo</p> <p>infinitesimal con aplicación a los estudios físicos y químicos</p> <p>Dibujo de máquinas</p> <p>Prácticas de física</p> <p>Segundo año</p> <p>Química orgánica experimental</p> <p>Análisis orgánico elemental y preparación de productos inorgánicos</p> <p>Mineralogía y geología con prácticas</p> <p>Mecánica aplicada (mecanismos)</p> <p>Tecnología química inorgánica</p>	<p>Único año</p> <p>Química inorgánica experimental</p> <p>Análisis químico (cualitativo y cuantitativo) y docimasia</p> <p>Mineralogía y geología con prácticas</p> <p>Industria metalúrgica</p>	<p>Primer año</p> <p>Química inorgánica experimental, con prácticas</p> <p>Análisis químico (cualitativo y cuantitativo)</p> <p>Física general</p> <p>Mineralogía y geología</p> <p>Manipulaciones de física</p> <p>Ejercicios físicos</p> <p>Segundo año</p> <p>Tecnología química inorgánica</p> <p>Electroquímica (precedida de electricidad y magnetismo)</p> <p>Industria metalúrgica, con prácticas</p> <p>Docimasia</p> <p>Ejercicios físicos</p>	<p><i>Primer año</i></p> <p>Química inorgánica experimental, con prácticas</p> <p>Análisis químico cualitativo y cuantitativo</p> <p>Dibujo de máquinas</p> <p>Física general</p> <p>Manipulaciones de la física</p> <p>Historia natural, aplicada a la farmacia, precedida de nociones de mineralogía y geología</p> <p>Ejercicios físicos</p> <p>Prácticas de farmacia</p> <p><i>Segundo año</i></p> <p>Química orgánica experimental</p> <p>Análisis orgánico elemental y preparación de productos inorgánicos y orgánicos</p> <p>Tecnología química inorgánica</p> <p>Microbiología (en sus aplicaciones industriales)</p>	<p>Primer año</p> <p>Física experimental</p> <p>Química inorgánica, con prácticas</p> <p>Análisis químico cualitativo</p> <p>Matemáticas</p> <p>Dibujo técnico</p> <p>Higiene de laboratorios y primeros auxilios</p> <p>Ejercicios físicos (obligatorios)</p> <p>Segundo año</p> <p>Química orgánica, con prácticas</p> <p>Análisis químico cuantitativo</p> <p>Química industrial inorgánica</p> <p>Microbiología</p> <p>Mineralogía y geología</p> <p>Ejercicios físicos voluntarios</p> <p>Tercer año</p> <p>Análisis industriales</p> <p>Fisicoquímica con prácticas</p>	<p>Primer año</p> <p>Matemáticas</p> <p>Física</p> <p>Química inorgánica</p> <p>Análisis cualitativo</p> <p>Geometría descriptiva</p> <p>Mineralogía y geología</p> <p>Segundo año</p> <p>Calor y óptica</p> <p>Análisis cuantitativo</p> <p>Química orgánica</p> <p>Mecánica general</p> <p>Dibujo técnico</p> <p>Tercer año</p> <p>Fisicoquímica</p> <p>Análisis industriales</p> <p>Electricidad, con prácticas</p> <p>Tecnología del petróleo y análisis del petróleo y sus derivados</p> <p>Cuarto año</p> <p>Prácticas en una refinería</p>

<p>Tercer curso de química general (primero de orgánica) Prácticas de laboratorio Análisis cualitativo Curso de mecánica industrial Terminología química e industrial en inglés Contabilidad y economía industriales Primer curso de alemán Ejercicios físicos Dos industrias</p> <p>Cuarto año Cuarto curso de química general (segundo de orgánica) Prácticas de laboratorio Análisis cuantitativo y docimasia Mineralogía y geología Terminología química e industrial en alemán Geografía especial Conferenciad de higiene industrial Ejercicios físicos Dos industrias</p>	<p>Tercer año Fisicoquímica Tecnología química orgánica Análisis industrial Microbiología Una industria química Contabilidad industrial Conferencias sobre legislación industrial y obrera Conferencias sobre higiene industrial</p>			<p>Manipulaciones de física Ejercicios físicos Prácticas de farmacia</p> <p><i>Tercer año</i> Farmacia galénica y ensayo de medicamentos y análisis de plantas Química legal y análisis químico-legales Análisis especiales (clínicos y bromatológicos) Tecnología de química orgánica Elementos de fisiología e higiene y medicina de urgencia Explotación de técnica industrial Derecho industrial y obrero y nociones de economía política Industria farmacéutica Ejercicios físicos Prácticas de farmacia durante ocho meses al terminar la carrera.</p>	<p>Química industrial orgánica Materias primas industriales Métodos selectos de análisis y síntesis orgánica Ejercicios físicos voluntarios Seis meses de práctica intensiva en un laboratorio químico o industrial</p>	
---	--	--	--	--	---	--

Fuente: Garritz y Mateos, 2015

Al sintetizar la información sobre los profesores y las instituciones en las que participaron como profesores de química, elaboramos el siguiente diagrama, en el que se muestra la trayectoria que siguió la enseñanza de la química en la capital mexicana durante el siglo XIX, con la intervención de profesores de química tanto del eje de la ingeniería como del de medicina (donde los farmacéuticos tuvieron una participación muy activa). No obstante, en dicho diagrama también se señala la institución de donde procedía el catedrático de química de diversas escuelas, de lo cual se desprende que muchos de ellos se formaron tanto en la escuela de medicina como de ingeniería. Era común que los médicos interesados en la química asistieran a los cursos que se ofrecían en la escuela de ingeniería (Leopoldo Río de la Loza, José María Vargas, etc.). Recordemos que el Palacio de Minería se encuentra a sólo unas cuerdas del Palacio de Medicina.

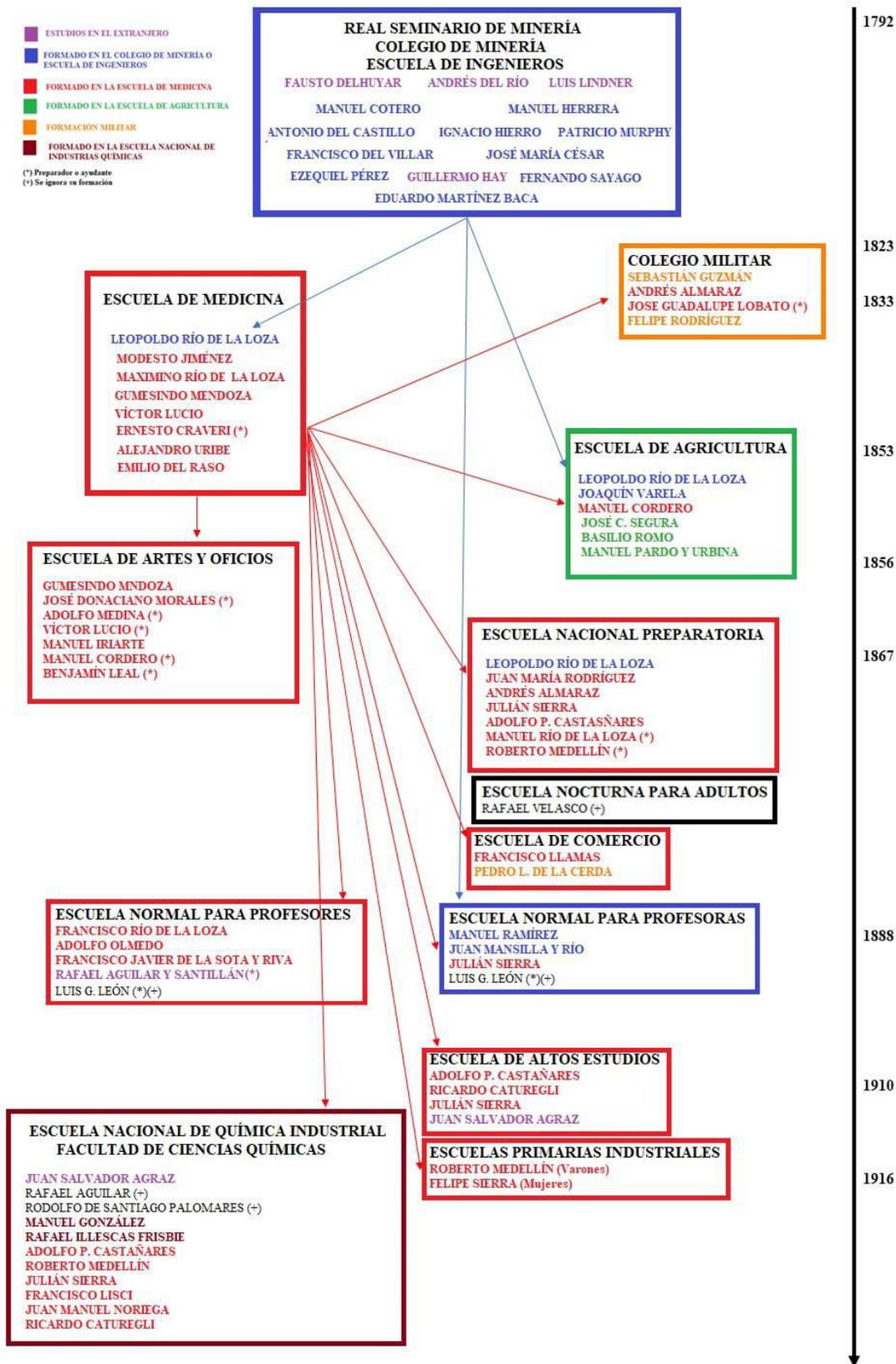
Del diagrama se observa que fueron los farmacéuticos, quienes habían sido discípulos de Leopoldo Río de la Loza, quienes se ocuparon principalmente de los cursos de química en las escuelas creadas después de la segunda mitad del siglo XIX: la de Agricultura, la de Artes y Oficios, la Preparatoria, la de Comercio y las Normales para varones y señoritas. Incluso participaron en la enseñanza de la química en las instituciones militares. Las excepciones fueron de ingenieros y militares que participaron por un breve tiempo en alguna de estas instituciones o como preparadores, los ingenieros agrícolas como José C. Segura y Manuel Pardo y Urbina, que sustituyeron a los farmacéuticos en la Escuela de Agricultura y de Juan María Rodríguez, quien era médico sin ser farmacéutico e impartió la clase de química en la Preparatoria durante veinte años.

En general fueron los farmacéuticos los que fomentaron las actividades de enseñanza, investigación y difusión de la química dentro de las profesiones sanitarias, pues los médicos, después de las reformas educativas de 1867 y 1869 habían suprimido los cursos de química

en el nivel profesional quedándose solamente con el curso de la preparatoria (aunque se volvería a incluir a finales del siglo XIX no sin una fuerte oposición de algunos profesores de la carrera).

En general fueron los farmacéuticos los que fomentaron las actividades de enseñanza, investigación y difusión de la química dentro de las profesiones sanitarias, pues los médicos, después de las reformas educativas de 1867 y 1869 habían suprimido los cursos de química en el nivel profesional quedándose solamente con el curso de la preparatoria (aunque se volvería a incluir a finales del siglo XIX no sin una fuerte oposición de algunos profesores de la carrera).

El diagrama muestra también que el Real Seminario de Minería fue la institución que formó los primeros profesores e individuos que se dedicaron a la docencia, a la difusión, a la investigación y a las actividades industriales a través de actividades comisionadas por el gobierno o de interés particular. Los profesores de química transmitieron a algunos de sus estudiantes el deseo de realizar investigaciones de frontera, emprender actividades industriales vinculadas con la química, aplicar la química a otros campos como la agricultura y la industria, de atender ciertas necesidades del país como las del sector salud (epidemias, regulación de medicamentos, etc.), e incluso de continuar con el trabajo docente en las instituciones educativas que se fueron creando tanto en la capital como en provincia en el México decimonónico.



Corrección: Luis G. León se formó en el Colegio Militar

Conclusiones

Debido a la amplia variedad de instituciones que se analizan en esta investigación, he considerado conveniente dividir las conclusiones en generales y particulares. Las primeras dan cuenta de los procesos globales en torno a la trayectoria que en México tomó la química en términos de enseñanza, difusión e investigación durante el siglo XIX, principalmente, incluyendo, algunas veces, los siglos XVIII y XX. Las segundas se limitan a aspectos particulares que considero de importancia y de interés de algunas instituciones.

Conclusiones generales

A fines del siglo XVIII inició el proceso de institucionalización de la enseñanza de la química en México promovido por uno de los gremios más importantes de la Nueva España, el Real Tribunal de Minería, el cual consideró fundamental crear el Real Seminario de Minería (1792) para ofrecer formación científica sólida a los jóvenes mineros que se encargarían de mejorar la producción de la plata en el territorio novohispano y en ultramar. Sin lugar a dudas, durante la primera mitad del siglo XIX, dentro de las instituciones que contaban con profesiones basadas en los conocimientos de las ciencias exactas y naturales, el Colegio de Minería se había convertido en la institución de mayor estabilidad y solidez académica no sólo en el territorio novohispano sino del Continente Americano.

A pesar de que la guerra de independencia dejó a la minería en un lamentable estado de decadencia, el ahora denominado Colegio Nacional de Minería tuvo que modificar sus planes de estudio para atender las necesidades de la joven nación, por lo que las carreras se empezaron a diversificar en otras especialidades. Además de las correspondientes a la minería se abrieron otras: la geografía, la topografía, la agrimensura y las ciencias naturales. Al ser pilar de la ingeniería en México, el gobierno la transformó en Escuela Nacional de

Ingenieros en 1883, ampliando con ello, su oferta educativa a otras ingenierías como ingeniero civil, ingeniero electricista, ingeniero mecánico e ingeniero industrial.

Por su relevancia en el campo de la ingeniería, y en el educativo en general, sus egresados contribuyeron en la creación de otras instituciones educativas de gran trascendencia en la historia de la educación México, como la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria (1853), la Escuela Nacional de Artes y Oficios (1856), la Escuela Nacional Preparatoria (1867), la Escuela Nacional de Altos Estudios (1910) y la misma Universidad Nacional de México (1910). De igual manera ofreció conocimiento científico sólido, particularmente en química, a otro de los pilares de la educación decimonónica, la Escuela Nacional de Medicina (1833), donde se encontraba un grupo que demandaba legitimarse como farmacéutico pues, a diferencia de los médicos, utilizaban la química como un cuerpo de conocimiento fundamental para desarrollar sus actividades, por esta razón, buscarían también legitimarse como químicos. Los egresados de esta institución también contribuyeron a la formación de las escuelas anteriores. Asimismo, no es posible dejar de señalar instituciones donde también se enseñó química, aunque su trascendencia no estuvo en el nivel de las anteriores, como el Colegio Militar (1826), la Escuela Normal tanto de varones como de señoritas (1887) y la Escuela de Comercio (1867), entre otras.

En estos términos, en el último tercio del siglo XIX la enseñanza de la química se había diversificado ampliamente no sólo en la minería, sino también en la agricultura, en la farmacia y en diversos oficios. Y las instituciones educativas de mayor prestigio en su enseñanza eran la Escuela Nacional de Ingenieros y la Escuela Nacional de Medicina, cuyos egresados y personal docente participaron en la creación de los institutos de investigación donde la química jugó un papel importante, el Instituto Geológico Nacional, el Instituto Médico Nacional y el Instituto Patológico Nacional, entre otros. Aunado a ello, es necesario

mencionar que también colaboraron en la difusión y profesionalización de la química tanto en la capital como en otros estados de la República Mexicana.

En el México decimonónico pocas disciplinas científicas experimentaron un desarrollo tan contundente como la química en lo que a docencia, difusión e investigación (en minería, botánica, farmacia y medicina) se refiere, destacando en la primera mitad los expertos de minas y en la segunda los farmacéuticos. Éstos últimos pusieron mayor énfasis en que se les reconociera como químicos, por lo que fueron los primeros, junto con los médicos, en expresar su interés en agruparse en una asociación de química en 1849 (de vida efímera), aunque con el tiempo se darían cuenta que primero requerían legitimarse como farmacéuticos por lo cual procedieron a crear carreras, sociedades y academias de farmacia, hasta que en 1910 intentaron por segunda vez su acreditación como una asociación de químicos, sin conseguirlo.⁹⁹⁹ Para ello tuvieron que esperar a la creación de la primera escuela de química en 1915, promovida tanto por el grupo de ingenieros como del de farmacéuticos, y serían los segundos los que tomarían el control de la escuela a partir de 1919 en la Universidad Nacional de México. Con químicos profesionales ahora solo tendrían que esperar a contar con una masa crítica para crear sociedades e instituciones científicas en su campo.

Como ya se mencionó, pocas disciplinas científicas experimentaron esta sólida trayectoria como lo hizo la química partiendo de una cátedra a fines del siglo XVIII y

⁹⁹⁹ Los médicos y farmacéuticos, en su anhelo de modernizar sus estudios y obtener un reconocimiento social que era fundamental para su profesión, buscaron desde principios del siglo XIX, separarse de la Universidad. Este ideal de creación de una escuela especial de medicina, cirugía y farmacia estuvo presente en varios proyectos de reformas educativas y, por lo menos, ya se encuentra en los programas de las Cortes de Cádiz. A los médicos y farmacéuticos mexicanos de las generaciones que completaron sus estudios tanto en el Jardín Botánico como en el Colegio de Minería, les tocó conservar y defender su institución e ir reformando sus planes de estudio hacia modelos más modernos. Una de estas reformas era incluir los estudios de química a nivel preparatorio tanto para los médicos como para los farmacéuticos.

culminando en la creación de una escuela propiamente de química a principios del siglo XX, de ahí que estudiar el siglo XIX fuera tan sugestivo como relevante pues fue cuando presentó un desarrollo contundente en términos de docencia, difusión (con intentos de conformar una sociedad de química) e investigación de alto nivel. Sin lugar a dudas, fueron los catedráticos del Real Seminario de Minería, principalmente el mineralogista Andrés Manuel del Río, quienes transmitieron su gusto y compromiso por actualizarse para enseñar los conocimientos más novedosos del momento, por realizar investigaciones de frontera cuyos resultados fueran publicables en revistas de circulación internacional, por emprender actividades industriales propias de la localidad, por atender necesidades del país como las del sector salud (epidemias, regulación de medicamentos, etc.) e incluso conformar sociedades que mantuvieran estrecha comunicación con la comunidad científica internacional.

En este proceso tampoco es posible dejar de mencionar al farmacéutico Leopoldo Río de la Loza, digno discípulo de Del Río, quien sería mentor de farmacéuticos con la misma facilidad de convocatoria y con el gran interés de promover la química en todos los niveles y sectores, uno de ellos fue el Universitario. Los farmacéuticos colaboraron decisivamente en el proyecto de creación de la Universidad Nacional de México (en parte, por su interés de separarse de los médicos y contar con una escuela independiente), tanto que uno de ellos llegó a ser Rector de esta institución a los pocos años de que se incorporara la escuela de química a dicha casa de estudios.

El Real Seminario de Minería formó a los primeros profesores de química que transmitieron sus conocimientos de esta disciplina a otras instituciones educativas, de donde derivaron, a su vez, otros profesores que cubrieron las necesidades docentes tanto en la capital como en otros estados de la República Mexicana. Estos individuos realizaron una labor, hasta entonces inédita, en la formación de profesionales que optaron por la química

como profesión. Entre los pioneros se encuentran los europeos formados en las mejores academias de minas y escuelas de química europeas Fausto Delhuyar, Luis Lindner y Andrés Manuel del Río (quien tuvo una vida académica muy longeva siendo catedrático de mineralogía en esta institución durante casi medio siglo), éste último fue el de mayor influencia pues tuvo como discípulos a Manuel Coteró, Manuel Herrera, Pío Septién, Juan Méndez, Leopoldo Río de la Loza y José María Vargas, destacados catedráticos de química de otras instituciones. Algunos de ellos fueron alumnos del propio Coteró en la cátedra de Química.

En un principio la química se introdujo en el Establecimiento de Ciencias Médicas sólo por completar estudios preparatorios, no como materias fundamentales en la formación de los médicos, y la materia fue química médica. Cuando se fundó la Escuela Nacional Preparatoria en 1867, el curso debió trasladarse a esta institución, pero los farmacéuticos lograron mantener el de Análisis química como parte de su plan de estudios y de los médicos, lo que les sirvió de anclaje para futuros estudios propiamente de farmacia, pues una vez establecidos, se fueron aumentando los cursos de Análisis química (al principio parte I y parte II en un mismo año), como se ve en el cuadro, hasta que lograron incorporar a su currículo en 1915 las asignaturas de Química farmacéutica mineral, Química farmacéutica orgánica, Bacteriología, Química legal y legislación farmacéutica, Análisis de bebidas y comestibles y Análisis bioquímico, poco antes de su traslado a la Escuela Nacional de Industrias Químicas.

La apertura de los médicos hacia la química tuvo lugar en los últimos años del siglo XIX, cuando decidieron establecer en 1897 una cátedra de Química biológica en su currículo.

Asimismo, vemos que, en 1867, la creación de la Escuela Nacional Preparatoria fue fundamental para dar una mayor amplitud a los estudios de química pues, por una parte, en

un principio los estudiantes que continuarían estudios de todas las profesiones, incluyendo abogados y arquitectos, que no requerían de esos conocimientos, ahora estaban obligados a acreditar la materia, antes solo eran las carreras vinculadas a los sectores de minas, sanitario, agrícola e industrial.

La apertura de esta escuela permitió uniformar la enseñanza de las disciplinas en este nivel, incluida la química. Esto propició que las escuelas que ya contaban con estos temas en sus cursos, los transformaran y se trataran temas de mayor especialización y aplicación a las profesiones que los contenían, o que se suprimieran como fue el caso de la carrera de Medicina. De este modo el curso de la Escuela de Ingenieros se convirtió en Química analítica y aplicada y sus contenidos estaban mayoritariamente enfocados al análisis químico y a los ensayos docimásticos. En el caso de la Escuela de Agricultura, los estudios de la cátedra de Química aplicada a la agricultura se enfocaron en el análisis de suelos, abonos y fertilizantes.

Pero no todas las escuelas de educación superior estaban obligadas a que sus alumnos acreditaran sus estudios en esa escuela. Algunas de esas que incluían estudios de química obligatorios fueron: la Escuela de Artes y Oficios, la Escuela Normal y las Primarias Industriales, la Escuela de Comercio y el Colegio Militar y la Escuela Médico Militar.

Para finalizar este apartado, es preciso comentar que los libros de texto utilizados fueron en su mayoría franceses. En el Real Seminario de Minería se utilizaron al principio aquellos que también se escribieron bajo el paradigma de la llamada Primera Revolución Química como lo fueron los textos de Lavoisier, Chaptal y Orfila y posteriormente se usaron los de Berthier, Dumas, Lassaigne, Regnault, Gerhardt y Chancel y del alemán Fresenius. En la Escuela de Medicina también se emplearon Lassaigne, Orfila, Fresenius, Barral y el libro escrito por Leopoldo Río de la Loza. Algunos autores contemporáneos del profesor como de

la época actual han enfatizado que no era partidario del atomismo (tampoco su discípulo y sucesor Juan María Rodríguez). De aquí se observa una clara influencia francesa, pues la escuela de este país, durante el siglo XIX rechazó este concepto. En la Preparatoria, Río de la Loza utilizó a Pelouze y Fremy y a Gerhardt y Chancel. Los sucesores de Río de la Loza también utilizarían a Troost. En la Escuela de Agricultura se emplearon autores como Deherain, Gain y Vivier y Langlebert. Este último fue el que se empleó también en la Escuela de Comercio.

Conclusiones particulares

El Real Seminario de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros

Los cursos de química en la ENI fueron obligatorios para las carreras vinculadas a la industria minera, como el ingeniero de minas, el apartador, el beneficiador, etcétera.

Los primeros profesores eran españoles y se habían formado en las mejores escuelas europeas y habían establecido contacto, e incluso colaborado con los mejores químicos del mundo. Ellos sabían lo que era hacer investigación de frontera, qué revistas eran las más importantes para publicar sus resultados, cómo argumentar detalladamente sus contribuciones, etcétera.

Por eso no es de extrañar que en esta institución se produjera la primera contribución al conocimiento universal con el descubrimiento de un nuevo elemento, el Vanadio

Estos profesores investigadores transmitieron en sus alumnos de esta escuela la vocación por la docencia y, al mismo tiempo, por investigar sobre diversos temas de importancia.

- a) Entre sus discípulos se encuentran los químicos más destacados del México decimonónico, como Leopoldo Río de la Loza, Manuel Coteró, Manuel Herrera, Pío Septién y Juan Méndez.

- b) Algunos de sus alumnos fueron fundadores de instituciones científicas, un ejemplo es el de Antonio del Castillo fundador del Instituto Geológico Nacional y profesor de Mineralogía y de Química Analítica durante varios años en el Colegio de Minería y Escuela Nacional de Ingenieros, formando las siguientes generaciones de profesores de química enfocada a la ingeniería.

La mayoría de los profesores de química lo fueron de manera vitalicia y desde su puesto colaboraron con el sector gubernamental para atender alguna necesidad o resolver algún problema nacional, como el análisis de minerales, aguas o atendiendo las epidemias, o fueron nombrados directores de apartados de Casas de Moneda, instalaron pequeñas fábricas y realizaron innovaciones a los métodos metalúrgicos existentes. Además, varios de ellos ocuparon cargos de funcionarios en puestos gubernamentales.

Asimismo, dentro de la misma ENI surgió la idea de crear la primera carrera propiamente de química, la de Ingeniero Químico, pero no se logró materializar el proyecto

Varios de los egresados de la carrera de Ingeniero de Minas se fueron a provincia a trabajar en empresas y compañías mineras. En algunos casos, su presencia en estas localidades propició que fueran llamados por las instituciones para impartir cursos de química a nivel superior. De este modo varios egresados del Colegio de Minería y de la Escuela de Ingenieros participaron como profesores de química en escuelas de provincia.

Escuela Nacional de Medicina

El profesor Leopoldo Río de la Loza fue el encargado de la cátedra de Química Médica desde su inauguración en esta institución y hasta 1872. Él fue quien formó varias generaciones de médicos y farmacéuticos quienes serían los encargados de continuar su labor como profesores de la Escuela de Medicina y de la mayoría de las escuelas de la capital.

En la Escuela Nacional de Medicina las materias de química estuvieron asociadas a la preparación y análisis de medicamentos, y por lo tanto fueron indispensables en la formación de los farmacéuticos.

Algunos farmacéuticos egresados de esta escuela pugnaron por aumentar los cursos de química y posteriormente por formalizar una carrera y una escuela que tuviera como base las ciencias químicas.

Los mismos farmacéuticos trataron de agruparse en asociaciones y academias para buscar legitimación social, y de ahí pasaron a la conformación de asociaciones de química

La participación de médicos y farmacéuticos fue importante en la investigación que se llevaba a cabo en el Instituto Médico Nacional y que consistía en analizar plantas para conocer sus propiedades farmacéuticas.

Los profesores de química lo fueron hasta su muerte y algunos llegaron a establecer sus boticas donde pudieron poner en práctica sus conocimientos.

En aquella época hubo médicos que consideraban los estudios de química como inútiles a diferencia de los farmacéuticos que la consideraban indispensable para la producción de medicamentos.

Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria

La materia que se estudiaba en un principio era la de Elementos de Química General y Aplicada a la Agricultura. Posteriormente, durante el Segundo Imperio la parte de Química general se separó de la de Química Agrícola, lo cual se ratificó en las reformas de 1867.

Los cursos de química agrícola estaban enfocados principalmente al análisis de tierras, abonos y fertilizantes.

En un principio los profesores de esta institución fueron los ensayadores Patricio Murphy, Joaquín Varela y el médico y farmacéutico Leopoldo Río de la Loza. Posteriormente lo sería

el farmacéutico Miguel Cordero, quien sería sustituido por los ingenieros agrónomos José C. Segura y Manuel Pardo y Urbina a partir de 1889.

Escuela Nacional Preparatoria

La materia de química se enseñaba en el cuarto año de los estudios preparatorios de todas las carreras.

Los cursos eran básicos y tenían el objetivo de formar a los jóvenes en la parte de los principios de la química, tanto orgánica como inorgánica

Quienes se hicieron cargo de los cursos durante el siglo XIX y principios del XX fueron farmacéuticos, los cuales fueron discípulos de Leopoldo Río de la Loza en la Escuela de Medicina.

La enseñanza fue tanto teórica como práctica y los cursos teóricos se complementaban con excursiones que tenían el objetivo de hacer análisis minerales.

Escuela Nacional de Altos Estudios

Los cursos de química tenían objetivos más elevados y era formar estudiantes en cursos de alto nivel (de posgrado), además de formar profesores de secundaria en esas materias y otras más, e inclusive crear carreras nuevas.

En esta institución incursionaron como profesores las dos personas que se formaron en el extranjero en el área específica de química: Juan Salvador Agraz y Adolfo P. Castañares, el primero lo hizo en Francia y Alemania, mientras que el segundo hizo sus estudios en Alemania también.

El laboratorio de química que se iba a instalar en la escuela originalmente fue trasladado a la Escuela Nacional de Industrias Químicas.

Escuela Nacional de Industrias Químicas

Esta institución se abrió en plena Revolución Mexicana como uno de los proyectos del gobierno constitucionalista para fomentar la industria nacional

En un principio no se consideró que la escuela fuera parte de la Universidad Nacional, más bien que sus estudios fueran técnicos dependientes de la Dirección General de Enseñanza Técnica del Ministerio de Instrucción Pública. De ahí que a los aspirantes no se les exigiera estudios preparatorios y solo bastaran estudios de primaria.

Durante los primeros años se estableció la carrera de Químico Industrial y, además, las carreras cortas con las especializaciones de cerámica, petróleo, gran industria, azúcar, zimotecnía, materias grasas, curtiduría, y tintorería.

Posteriormente, se amplió el número de profesiones incluyendo Ingeniero Químico y Doctor en Química, desapareciendo las carreras cortas.

En 1918 se incorpora a la Universidad Nacional y se exige estudios preparatorios

Tras un estado crítico, en el que los alumnos se inconformaron por el nivel académicos de los cursos, en 1919 el grupo de farmacéuticos tomó el control de la escuela y se reformaron los planes de estudio y las carreras creándose las de Químico Farmacéutico, Químico Técnico y Químico Metalúrgico.

Otras escuelas

La química en la Escuela de Artes y Oficios fue de carácter eminentemente práctico y estaba enfocado a las industrias o artes químicas como vidriería, curtiduría y tintorería entre otras. La enseñanza fue impartida por farmacéuticos.

La Química Aplicada al Comercio perteneciente a la Escuela Nacional de Comercio, fue impartida por farmacéuticos y tenía el objetivo de abarcar los temas relacionados con las industrias químicas de mayor importancia de la época.

La química en las escuelas Normales y en los estudios militares tenía un carácter más introductorio y de nociones de la disciplina. En ambas instituciones fueron farmacéuticos quienes se hicieron cargo de la enseñanza de la química, aunque en los estudios militares también participaron personas egresadas de la misma institución.

Agrupaciones e instituciones científicas vinculadas a la química

Los profesores del Colegio de Minería y de la Escuela de Medicina fueron llamados a integrar la primera asociación que tuvo una larga duración: el Instituto de Geografía y Estadística, que después se transformó en Comisión y finalmente en Sociedad. La participación de estos profesores se volvió importante puesto que uno de los fines de los gobiernos era recabar información científica sobre los recursos del país. Por otro lado, los profesores, principalmente de medicina y de farmacia, constituyeron sociedades desde la década del 30 del siglo XIX, pues, como se ha mencionado este era uno de los medios para obtener reconocimiento, resolver en conjunto las vicisitudes por las que pasaban las profesiones sanitarias, pues tenían que hacerle frente a instituciones tan tradicionales como el protomedicato y la Universidad y además, en el ejercicio de su profesión, tenían que competir con prácticas curativas tradicionales y no reconocidas por la ciencia. Además, las sociedades farmacéuticas tenían el objetivo específico de compilar las farmacopeas, una actividad en la que los farmacéuticos mexicanos fueron pioneros junto con los estadounidenses.

Es pertinente señalar que faltan estudios más profundos sobre los institutos de investigación relacionados con las profesiones sanitarias. De esta investigación, se puede esbozar que estas dependencias necesitaban de la participación de médicos y farmacéuticos por igual y que la química intervenía en el análisis de cepas patológicas, aplicación de

vacunas, síntesis de precursores de medicamentos, producción de los mismos medicamentos, etc.

El asociacionismo de los farmacéuticos puso de manifiesto que ellos mismos se reconocían como químicos, puesto que la química es la ciencia que fundamenta los estudios y la investigación farmacéutica. De este modo fueron ellos quienes formaron la Sociedad de Química, la que tenía como uno de sus objetivos principales establecer una escuela especial de farmacia o una escuela especial de química. Nunca se apartaron de este objetivo y gracias a su organización pudieron trasladar los estudios de farmacia de la Escuela de Medicina a la Escuela de Industrias Químicas, formando la carrera de Químico Farmacéutico y aumentando las asignaturas de química en el plan de estudios de su profesión.

Finalmente, la profesionalización de la química ofreció a los químicos reconocimiento social a sus actividades académicas, de apoyo a proyectos gubernamentales y a la iniciativa privada.

Referencias

Archivos consultados

AGN: Archivo General de la Nación

AHUNAM: Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México

AHPM: Archivo Histórico del Palacio de Minería

Fuentes bibliográficas

Acevedo Carrillo A. (1992). “Manuel Baranda”. *Cancilleres de México. Tomo I. 1821-1911*. México, D.F.: Secretaría de Relaciones Exteriores, pp. 284-289.

Aceves, P. (1989). *La difusión de la química en el Real Jardín Botánico de la Ciudad de México* (Tesis de Maestría). UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, México, 187 p.

Aceves, P. (1995) “Negociando un nuevo lenguaje para la química en México: El Suplemento al ensayo de metalurgia de Francisco Xavier Sarría”. En Aceves P. (editora). *Las ciencias químicas y biológicas en la formación de un nuevo mundo*. México: UAM-Xochimilco, pp. 83-95.

Aceves P. (1993). *Química, botánica y farmacia en la Nueva España a finales del siglo XVIII*. Biblioteca Memoria Mexicana No. 2. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, 135 p.

Aceves, P. (2004). “La renovación de la Farmacia en la Nueva España a finales del periodo colonial”. *An. R. Acad. Nac. Farm.*, 70 (1), pp. 125-145.

Aceves P. (1992). “The first chair of chemistry in México (1796-1810)” En Petitjean P., Jami C. y Moulin A. (editores). *Science and Empires: historical studies about scientific development and European expansion*. Boston: Kluwer Academic Publishers, pp. 137-146.

Aceves P. y Chambers D. W. (1994). “Minería y política en México: el caso de la química (1821-1867)” En Aceves P. ed. *La química en Europa y América (siglos XVIII y XIX)*. México: UAM-Xochimilco, pp. 223-254.

Aceves P., y Mendoza Zaragoza M. (2001) “La institucionalización de la ciencia moderna en México: el Real Seminario de Minería”. *Historia general de la medicina en México. Tomo IV. Medicina novohispana del siglo XVIII*. En Rodríguez M. y Martínez Barbosa X. (coordinadoras). México: UNAM-Academia Nacional de Medicina, pp. 469-479.

Agraz J. (5 de marzo de 1907). “La vida y la obra de Henri Moissan”. *El Diario*, p. 6.

Agraz J. (18 de abril de 1907). “Berthelot. Su vida, su obra. 1827-1907”. *El Diario*, p.4.

Agraz de Diéguez G. (2001). *Juan Salvador Agraz 1881-1849: fundador de la primera Escuela de Química en México*. México: UNAM-Facultad de Química, 82 p.

Aguilar y Santillán R. (1908). *Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana completada hasta el año de 1904*. México: Instituto Geológico de México, Secretaría de Fomento Colonización e Industria

Aguilar y Santillán, R. “Reseña de los trabajos de la Sociedad durante el año de 1887, leída por el primer Secretario en la sesión del 29 de enero de 1888”. *Memorias de la Sociedad Científica “Antonio Alzate”*. Tomo II. México: Imprenta del Gobierno en el Ex Arzobispado, 1888

Aguilar y Santillán, R. y Mendizábal C. *Índice general por autores y materias de los tomos 1 a 52 (1887-1931) de las Memorias y Revista de la Sociedad Científica Antonio Alzate*. México: Academia Nacional de Ciencias Antonio Alzate, 1934

Aguilera, J. G. (1896). “Antonio del Castillo”. *Bosquejo Geológico de México*. México: Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento

Alamán L. (1852). *Historia de Méjico. Desde los primeros movimientos que prepararon su independencia en el año de 1808 hasta la época presente. Tomo V.* México: Imprenta de J.

M. Lara

Alberro S. (2014). “El Imperial Colegio de Santa Cruz y las aves de rapiña: una modesta contribución a la microfísica del poder a mediados del siglo XVI”. *Historia Mexicana* LXIV, (1), pp. 7-64.

“Alocución leída por el Sr. Lic. Ignacio Castro, miembro de la Junta Directiva del Instituto de Ciencias, ante la tumba del Sr. Dr. Ignacio Hierro”. *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas* XXIV, 17 (28 de febrero de 1900)

Álvarez Nieves, R. (2003). “De bancos y fracasos: tres ejemplos para el caso mexicano, 1774-1837”. *Boletín del Archivo General de la Nación*, 3

Anales de la Minería Mexicana. Tomo I. (1861). México: Imprenta de I. Cumplido

Andrade V. (1899). “Gobernadores de los Estados”. *El Tiempo. Edición Literaria* IX (155)
Anuario del Colegio y Escuela de Minas de Guanajuato. Guanajuato: Tipografía a cargo de Félix María Conejo, 1865

Anuarios del Colegio Nacional de Minería 1845, 1848, 1859, 1863 (Ed. Facs.). (1994). Eds. Fernando Curiel, et al. México: UNAM-Coordinación de Humanidades-Facultad de Ingeniería, sin número de página

Arnáiz y Freg A. *Andrés Manuel del Río.* México: s.e., 1936

Arnáiz y Freg A. (1970). “D. Fausto de Elhuyar y de Zubice, y don Andrés Manuel del Río, catedráticos del Real Seminario de Minería de México y descubridores del tungsteno y del vanadio, respectivamente”. *La minería hispana e iberoamericana. Contribución a su investigación histórica. Estudios, fuentes, bibliografía.* Vol. I. León: Cátedra de San Isidoro, 1970

- Arribas Jimeno S. (1991). *La fascinante historia de la alquimia, descrita por un científico moderno*. Oviedo: Universidad de Oviedo
- Ávila Galinzoga J. (2011). *La educación técnica en México desde la Independencia, 1810-2010. Tomo I*. México, D.F.: Instituto Politécnico Nacional
- Ávila Hernández M. (2000). “Acervo Histórico del Palacio de Minería (el archivo y su proceso técnico)”. *Teoría y práctica archivística II*. Cuadernos del Archivo Histórico de la UNAM 12. Coord. Gustavo Villanueva Bazán. México: UNAM
- Ayala, M. (2005). “La historia natural en el siglo XVI: Oviedo, Acosta y Hernández”. *Estudios del Hombre* 20
- Azuela, L. F. (2005). *De las minas al laboratorio: la demarcación de la geología en la Escuela Nacional de Ingenieros (1795-1895)*. Libros de Investigación, 1. México: UNAM-Instituto de Geografía-Facultad de Ingeniería
- Bargalló M. (1966). “Andrés Manuel del Río y Fernández, descubridor del vanadio (eritronio)”. *Andrés Manuel del Río y su obra científica*. México, Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey
- Bargalló M. (1960). “Conveniencia de sustituir el nombre vanadium por el de erythronium”. *Rev. Soc. Quím. Mex.* IV, 6
- Bargalló M. (1955). *La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial*. México: Fondo de Cultura Económica
- Bascuñán Blaset A. (1999). “Bases históricas sobre materia, masa y leyes ponderales”. *Rev. Soc. Quím. Méx.* 43, 5
- Bazant M. (2012). “La educación moderna, 1867-1911”. En Gonzalbo P. y Staples A. (coordinadoras). *Historia de la educación en la Ciudad de México*. México, D.F.: Secretaría de Educación del Distrito Federal y el Colegio de México

Bazant M. (2006). *Historia de la educación durante el Porfiriato*. México, D.F.: El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos

Becerra López J. (1963). *La organización de los estudios en Nueva España*. México, D.F.; Cultura, 379 p.

Bensaude-Vincent B. y Simon J. (2012). *Chemistry. The impure science*. Londres, Imperial College Press, 295 p.

Bermúdez M. (1996). “Vueltas y revueltas en la educación, 1860-1876”. En Bazant M. (coordinadora). *Ideas, valores y tradiciones. Ensayos sobre historia de la educación en México*. México, Estado de México: El Colegio Mexiquense

Bertomeu Sánchez, J. y García Belmar A. (2006). *La revolución química. Entre la historia y la memoria*. Valencia: Universidad de Valencia

Bertrán de Quintana, M. (22 de enero de 1935). “El Real Seminario de Minería y Velázquez de León, Elhuyar y del Río”. *Excelsior*, p. 5

Beteta R. (1949). *Memoria de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público 25 de mayo de 1911 – 22 de febrero de 1913*. México: Talleres Gráficos de la Nación

Blanco Martínez M. y Moncada Maya J. (2011). “El Ministerio de Fomento, impulsor del estudio y reconocimiento del territorio mexicano (1877-1898)”. *Investigaciones Geográficas* 74

“Biografía de D. Manuel Cotero. Profesor de química en el Seminario de Minería” (14 de abril de 1830). *El Observador de la República Mexicana* 7

“Boletín Informativo de la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes. Sección Universitaria” (4 de septiembre de 1913). *La Patria*

“Brevísima noticia de la Academia Nacional de Medicina de México” (1929). *Gaceta Médica de México*, LX, (10)

- Brock, W. (1998). *Historia de la química*. Trad. E. García, et al. Madrid: Alianza Editorial
- Bucay, B. (2003). “Apuntes de historia de la química industrial en México”. *Ingenierías* 6, (18)
- Bushnell C. (2010). *La carrera política y militar de Juan Álvarez*. México, D.F.: Tribunal Superior de Justicia
- Campos-Navarro R. y Coronado M. (2009). “¡Friegas y friegas, y el empaccho pegado! El empaccho en México durante el siglo XIX”. *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc.*, 47 (3), pp. 243-250.
- Cárdenas Méndez J. (2012). *La enseñanza de la química en la Escuela Nacional de Ingenieros durante el siglo XIX* (Tesis de Licenciatura), UNAM-Facultad de Química
- Cárdenas Méndez J. y Ramos Lara M. (2014). “Docencia, difusión e investigación de la química en el colegio de Minería”. En Ramos Lara y León Olivares F. (coordinadores). *Aportes recientes a la historia de la química en México*. México, D.F.: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades
- Cárdenas Méndez J. y Ramos Lara M. “Incipientes expresiones asociacionistas de la química en México. Formación de una masa crítica” (inédito)
- Carreño, A. (1995). “Notas y comentarios”. *Compendio de la Historia de la Real Hacienda de la Nueva España por Joaquín Maniau y Torquemada*. México: UNAM-Instituto de Investigaciones Jurídicas
- Carrillo A. (1998). “Profesiones sanitarias y lucha de poderes en el México del siglo XIX”. *Asclepio*, L (2)
- Carrillo Farga A. (2010). *Epidemias, saber médico y salud pública en el Porfiriato*. Tesis de Doctorado. UNAM-Facultad de Filosofía y Letras

- Castañares A. (1911). *Evolución de la Química en México durante el primer siglo de nuestra Independencia*. México: Tip. Vda. de F. Díaz de León, Sucs.
- Castañeda López G. (2012). “El Instituto Patológico Nacional, 1899-1914”. *Ciencia*
- Campos Díez M. (1999). *El Real Tribunal del Protomedicato Castellano (siglos XIV-XIX)*. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha
- Castera J. (14 de agosto de 1841). “Colegio de Minería. Noticias sobre su origen y erección (primera parte)”. *El Mosaico Mexicano*, VI, 7
- Castera J. (21 de agosto de 1841). “Colegio de Minería. Noticias sobre su origen y erección (segunda parte)” *El Mosaico Mexicano. Colección de Amenidades Curiosas e Instructivas* VI, 8
- Castillo Martos, M. (2005). *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
- Castro, M. y Curiel G. coords. (2003). *Publicaciones periódicas mexicanas del siglo XIX: 1856-1876. Parte I*. México: UNAM
- Cervantes M. (9 de mayo de 1850). “Esposición con que se dirigió al supremo gobierno el plan de estudios para el establecimiento de la carrera agrícola”. *El Universal* III, 540
- César, J. M. y González, J. (8 de mayo de 1879). “Informe pericial y avalúo de la mina de San Rafael”. *El Minero Mexicano* VI, 32
- Chamizo J. (2013). *De la paradoja a la metáfora. La enseñanza de la química a través de sus modelos*. México, Siglo XXI, Facultad de Química, UNAM
- Chamizo, J. (2009). “Filosofía de la química: I. Sobre el método y los modelos”. *Educación Química*, 20 (1)

Chamizo J. y Gutiérrez M. (2010). 1867: El inicio de la enseñanza química en la Escuela Nacional Preparatoria. En Ruiz R., Argueta A. y Zamudio G. (coordinadores.), *Otras armas para la Independencia y la Revolución. Ciencias y Humanidades en México*. México: Fondo de Cultura Económica

Chávez Sosa R. (1995). *Antecedentes históricos ENA-UACH y órganos de gobierno*. (Tesis de licenciatura). UAM-Iztapalapa

Cházaro L. (2016). “Antonio Peñafiel Berruecos (1839-1922) y la gestión estadística de los datos nacionales”. *Estadística y Sociedad*, 4

Clericuzio A. (2001) “Gassendi, Charleton and Boyle on matter and motion”. *Late medieval and early modern corpuscular matter theories*. Eds. Christoph Lüthy, John Murdoch y William Newman. Leiden: Brill

“Los cloratos. Estudio presentado á la clase de Química del Colegio de Minería el 14 de julio de 1865 por el alumno Manuel Ramírez” (30 de septiembre de 1880). *El Minero Mexicano* VII, 31

“El *Códice Badiano*, primera farmacopea de medicina prehispánica escrita en América”. *Gaceta Facultad de Química-UNAM* 29 (junio de 1998)

Correa Binimelis V. (2016). *Historia institucional de la educación del Heroico Colegio Militar de México (1822-1871)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Sebastián

Cortes (1821). *Reglamento General de Instrucción Pública*. Coruña: Imprenta de Arzac

Crespo y Martínez G. (1903). *México, industria minera. Estudio de su evolución*. México: Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento

Cruz-Garriz D., Chamizo J. y Garriz A. (1991). *Estructura atómica. Un enfoque químico*. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana

- Cubillos G. (2003). *Introducción al pensamiento químico. De los átomos de Demócrito al carbono tetraédrico de Van't Hoff*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2003
- Cuevas Cardona C. (2007). “Ciencia de punta en el Instituto Bacteriológico Nacional (1905-1921)”. *Historia Mexicana*, LVII (1)
- Cuevas Cardona C. y Saldaña J. “El Instituto Médico Nacional de México. De sus orígenes a la muerte de su primer director (1888-1908)”. *La Casa de Salomón en México. Estudios sobre la institucionalización de la docencia y la investigación científicas*. Coord. Juan José Saldaña. México: UNAM-Facultad de Filosofía y Letras, 2005
- Dabek R. (1992). “Publicaciones químicas en México, durante la primera mitad del siglo XIX. Parte I. Artículos publicados en el Periodo de la Academia de Medicina de México”. *Rev. Soc. Quím. Mex.* 36, 3
- De la Torre Villar E. (1998). *Lecturas Históricas Mexicanas*. México, D.F.: Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, p. 498.
- De León Meza, R. (2007). “Ideas y lecturas de un minero ilustrado del siglo XVIII”. *Boletín del Archivo General de la Nación* 19
- De Zayas Enríquez R. (25 de noviembre de 1892). “Escuela de Agricultura. Algo de Historia”. *El Partido Liberal*
- Del Castillo A. (6 de junio de 1845). “Contestación al comunicado que sobre estudios del Colegio de Minería insertó el Monitor Constitucional núm. 118”. *El Siglo Diez y Nueve* VI, 1283
- Del Castillo A. (16 de abril de 1845). “Instrucción científica”. *El Siglo Diez y Nueve* VI, 1234
- Del Río A. (1828). “Analysis of two new mineral substances, consisting of bi-seleniuret of zinc and sulphuret of mercury. Found at Culebras in México”. *The Philosophical Magazine*

or *Annals of chemistry, mathematics, astronomy, natural history, and general science*. Vol IV. Eds. Richard Taylor y Richard Phillips. Londres

Del Río A. (11 de diciembre de 1824). “De un oro de 24 quilates que no es puro, sino ligado con una tercera parte de rodio por lo menos”. *El Sol*, 546

Del Río A. (1985). “Del Zimapanio”. *Historia de la ciencia en México. Estudios y textos. Cuarta parte. Siglo XIX. La ciencia mexicana del periodo nacional*. Comp. Elias Trabulse. México: CONACYT, FCE

Del Río A. (1795). *Elementos de Orictognosia, ó del conocimiento de los fósiles, dispuestos, según los principios de A. G. Wérner, para el uso del Real Seminario de Minería de México*. Primera Parte. México: Imprenta de Mariano Joseph de Zúñiga y Ontiveros

Del Valle J. (1864). *El viajero en México. Completa Guía de Forasteros*. México: Imprenta de Andrade y Escalante

Deschamps Ramírez P. y Ramos Lara M. (2012). “Enseñanza de la física en la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria (siglo XIX)”. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17 (54)

Deva Ramos M., Tamayo L. P. de, y Tamayo J. (enero de 1942). “Profesantes que se han titulado en la Escuela Nacional de Ingenieros desde el año de 1859 hasta el 30 de noviembre de 1941”. *Ingeniería* número extraordinario

Debus, A. (2002). *The French Paracelsians. The chemical challenge to medical and scientific tradition in early modern France*. Cambridge: Cambridge University Press

Díaz L. (2000). “El liberalismo militante”. *Historia General de México*. México, D.F.: El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos

Díaz Covarrubias J. (1875). *La instrucción pública en México. Estado que guardan la instrucción primaria, la secundaria y la profesional en la República. Progresos realizados – Mejoras que de deben introducirse*. México: Imprenta del Gobierno, en Palacio

Díaz y de Ovando C. (1974). “El Colegio Máximo de San Pedro y San Pablo. Cuarto Centenario”. *Revista de la Universidad de México*, 2, pp. 30-36

Díaz y de Ovando, C. (1998). *Los veneros de la ciencia mexicana. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*. 3 vols. México: UNAM-Facultad de Ingeniería

Díaz y de Ovando, C. y García Barragán E. (1972). *La Escuela Nacional Preparatoria. Los afanes y los días. 1867-1910*. Tomo II, México: UNAM- Instituto de Investigaciones Estéticas

Díaz Zermeño H. (1979). “La Escuela Nacional Primaria en la Ciudad de México- 1876-1910”. *Historia Mexicana*, 29, 1

Diéguez C. (24 de julio de 1949). “Breve biografía del Sr. Ingeniero D. Juan Salvador Agraz y Ramírez”. *El Informador*

“Discurso leído por Don Andrés del Río, Catedrático de Mineralogía en la tarde del 31 de Octubre del año pasado, en que tuvieron el Acto de Orictognosia, Geognosia y Laborío de Minas, los Alumnos del Real Seminario de Minería de México”. *Suplemento a la Gazeta de México* (11 de enero de 1799). IX, 23

“Don Francisco Javier Gamboa” (2 de noviembre de 1899). *El Minero Mexicano XXXV*, (18), p. 209

Dublán A. (1902). *Legislación mexicana ó colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República. Tomo XXXI*. México: Imprenta de Eduardo Dublán

Dublán M. y Lozano J. (1876). *Legislación mexicana ó colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República. Tomo III.*

México: Imprenta del Comercio

Dublán M. y Lozano J. (1876). *Legislación mexicana ó colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República. Tomo IV.*

México: Imprenta del Comercio

Dublán M. y Lozano J. (1877). *Legislación mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República. Tomo VIII.*

México: Imprenta del Comercio

Dublán M. y Lozano J. (1878). *Legislación mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República. Tomo IX.*

México: Imprenta del Comercio

Durán J. (12 de julio de 1866). “Escuela de Medicina”. *El Mexicano*, 54

Durán J. (2 de abril de 1846). “Memoria de los trabajos que ha desempeñado el Consejo Superior de Salubridad en el año de 1845, presentado por el secretario en la sesión de 25 de febrero de 1846”. *Diario Oficial del Gobierno Mexicano*

Elizaga L. (17 de julio de 1873). “No Pensada”. *El Minero Mexicano* I, 15

Enciso de la Vega, S., y Enciso C. (1995). “Bosquejo histórico de la mineralogía mexicana”. *Geomimet* XXII

Enghag P. (2004). *Encyclopedia of the elements*. Weinheim: Wiley-VCH

Escamilla González, F. (2004). “Luis Fernando Lindner (Schemnitz, ca. 1763 México, 1805): catedrático de química y metalurgia del Real Seminario de México”. *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas* 41

- Escamilla González, F. (2007). “Un metalurgista germano en Guanajuato y Michoacán: las cartas de Franz Fischer (ca. 1757-ca. 1814) a Ignaz von Born (1789-1790)”. *Boletín del Archivo General de la Nación* 19
- “Escuela de Ingenieros”. (3 de diciembre de 1874). *El Minero Mexicano* II, 34
- Espinosa Aldama M. (2010). *La propagación de la cultura científica a través de la Sociedad Astronómica de México (1910-1916)* (Tesis de Maestría). UNAM, Facultad de Filosofía y Letras
- Espinosa Sánchez J. (1997). *La comunidad científica novohispana ilustrada en la Real y Pontificia Universidad de México* (Tesis de Maestría en Filosofía de la Ciencia). Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México, D.F.
- Fernández del Castillo F. (1970). “Un periódico manuscrito editado por estudiantes en 1840 que no llegó a imprimirse”. *Gaceta Médica de México*, 100 (9)
- Figuroa Domenech J. (1899). *Guía general descriptiva de la República Mexicana. Tomo I. El Distrito Federal*. México: Ramón de S. N. Araluce Editor
- Fix-Zamudio H. (2016). “El poder judicial en la Constitución Federal de 1824” en Valadés D. y Barceló Rojas D. (coordinadores). *Examen retrospectivo del sistema constitucional mexicano*. México, D.F.: UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas
- Flisser A. (2009). “La medicina en México hacia el siglo XX”. *Gaceta Médica de México*, 149 (4).
- Flores T. (1954). “In memoriam. José Guadalupe Aguilera”. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 17, 2
- Flores T. (1953). “Panorama de la geología en México”. *Memoria del Congreso Científico Mexicano III. Ciencias físicas y matemáticas. Geología*. México: UNAM

Flores Clair, E. (1999). “El Colegio de Minería: Una institución ilustrada en el siglo XVIII novohispano”. *Estudios de Historia Novohispana*, 20

Flores Clair, E. (2000). *Minería, educación y sociedad El Colegio de Minería (1774-1821)*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia

Flores Padilla M. e Hidalgo Pego M. (2010). *El Colegio de San Ildefonso de México: documentos de fundación y reglamentos (1573-1867)*. México, D.F.: UNAM, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, 152 p.

Gallo E. (1874). *Hombres ilustres mexicanos. Tomo III*. México: Imprenta de I. Cumplido

Galván Lafarga L. (2000). “Breve historia de la educación en México”. En Cházaro Loaiza S. (coordinador). *La educación en México. Historia, realidad y desafíos*. México D.F.: México Desconocido.

Gámez Rodríguez M. (2004). *Propiedad y empresa minera en la Mesa centro-norte de México. Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas*. Tesis de Doctorado. Univesitat Autònoma de Barcelona

García Belmar, A. y Bertomeu Sánchez J. (2001). “Viajes a Francia para el estudio de la química, 1770 y 1883”. *Asclepio* LIII, 1

García Cruz, C. (2007) “El origen de las montañas I. Del mito y la superstición al Neptunismo”. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 15, 1

García G. (1911). *Crónica Oficial de las Fiestas del Primer Centenario de la Independencia de México*. México: Talleres del Museo Nacional

García T. (1880). *Memoria de Hacienda y Crédito Público correspondiente al quincuagésimo cuarto año económico trascurrido del 1º de julio de 1878 al 30 de junio de 1879*. México: Imprenta del Comercio

- García Guillén, E. (2013). “Los jardines botánicos como centros de difusión y conservación de las colecciones de Historia Natural: el caso del Real Jardín Botánico de Madrid”. *Memorias R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 11.
- Garrido Asperó M. (1998). *Alberto Urbina del Raso. Historia de la enseñanza de la ingeniería química en México*. México: UNAM-Facultad de Química
- Garritz A. (2007). “Breve historia de la educación química en México”. *Bol. Soc. Quím. Mex.* 1, (2)
- Garritz, A. y López Ávalos M. (1991). “La química colonial. Bartolomé de Medina y Andrés Manuel del Río”. En Garritz A. (compilador). *Química en México. Ayer, hoy y mañana*. México: UNAM- Facultad de Química
- Garritz Ruiz A. y Mateos Gómez J. (editores). *Historia de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su primer siglo: 1916-2016*. México, D.F.: UNAM
- Gonzalbo Aizpuru P. (1990). *Historia de la educación en la época colonial: el mundo indígena*. México D.F.: El Colegio de México, 274 p.
- González Navarro M. (1952). *El pensamiento político de Lucas Alamán*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica
- González Pedrero E. (2017). *País de un solo hombre: el México de Santa Anna. Vol. III*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica
- González Villarreal R. y Arredondo A. (2017). “1861: La emergencia de la educación laica en México”. *Historia Caribe*. XII (30)
- Guagnini, A. (1994). “Technology”. *A history of the university in Europe. Vol. III. Universities in the nineteenth and early twentieth centuries (1800-1945)*. Walter Rüegg (editor). Cambridge: Cambridge University Press

- Gutiérrez J. (2016) “Ley de Instrucción Pública de Maximiliano”. En *La Legislación del Segundo Imperio*. México, D.F., INEHRM
- Heredia Correa R. (1983). “Tres reformas educativas en torno a 1833”. *Relaciones XVI*
- Hinke N. (2001). “Entre arte y ciencia: La farmacia en México a finales del siglo XIX”. *Relaciones XXII* (88)
- “Homenaje a la memoria de un sabio. El centenario de Río de la Loza” (1907). *El Mundo Ilustrado*, II (21), p. 13.
- Humboldt, A. (1966). *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España*. Estudio preliminar, notas y anexos de Juan A. Ortega y Medina. México: Porrúa
- Ihde A. J. (1984). *The development of modern chemistry*. Nueva York: Dover
- Illescas Frisbie R. (1964). “Doctor Don Leopoldo Río de la Loza, químico y naturalista”. *Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia*. Tomo I. México: Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología
- Iriarte M. (1900). *Elementos de química general para uso de los obreros*. México, Talleres de la Escuela Nacional de Artes y Oficios.
- Izquierdo, J. (1958). *La primera casa de las ciencias en México: El Real Seminario de Minería (1792-1811)*, México: Ediciones Ciencia
- Izquierdo J. (1953). “Las lecciones del doctor don Luis José Montaña, profesor de vísperas de medicina de la Real y Pontificia Universidad de México”. *Gaceta Médica de México*, LXXXIII (5)
- Jensen W. B. (1996). “Electronegativity from Avogadro to Pauling. Part I: Origins of the electronegativity concept”. *Journal of Chemical Education* 12, 1
- Jiménez Alarcón M. (1987). *La Escuela Nacional de Maestros, sus orígenes*. México, D.F.: SEP

- Jiménez Castillo J. (2007). *El discurso político de la modernización* (Tesis de doctorado).
Universidad Veracruzana
- Jiménez Salas O. (2015). *El Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana: una fuente para el estudio de la historia de la geología en México, 1904-2004*. (Tesis de Maestría). México:
Instituto Politécnico Nacional
- Joseph-Natham P. (2007). “Homenaje al Doctor Don Leopoldo Río de la Loza en el Bicentenario de su natalicio”. *Bol. Soc. Quím. Mex.*, 1 (3), pp. 173-179.
- Karpenko V. (1973). “Viridarium Chymicum: The encyclopedia of Alchemy”. *Journal of Chemical Education* 50, 3
- Kim M. (2003). *Affinity, that elusive dream: a genealogy of the chemical revolution*.
Cambridge: MIT Press
- Konariov, B. (1987). *Qué es la química inorgánica*. México: Quinto Sol
- Lancaster Jones R. (1º de octubre de 1956). “Evocación de Juan Salvador Agraz”. *El Informador*, p. 5
- Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan. “Successful commercialization in the chemical process industries”. *Technology and the wealth of nations*. Eds. Ralph Landau, Nathan Rosenberg y David C. Mowery. Stanford: Stanford University Press, 1992
- Lanning J. (1997). *El Real Protomedicato. La reglamentación de la profesión médica en el imperio español*. México, D.F.: UNAM-Facultad de Medicina-Instituto de Investigaciones Jurídicas
- Lanuza A. (1924). *Historia del Colegio del Estado de Guanajuato*. México: M. León Sánchez

Lassaga, J. y Velázquez de León, J. (1979). *Representación que a nombre de la minería de esta Nueva España hacen al rey nuestro señor los apoderados de ella*. (Edición Facsimilar.) México: UNAM-Sociedad de Ex Alumnos de la Facultad de Ingeniería

Landau, R. y Rosenberg, N. (1992). “Successful commercialization in the chemical process industries”. *Technology and the wealth of nations*. Eds. Ralph Landau, Nathan Rosenberg y David C. Mowery. Stanford: Stanford University Press.

Landero, C. F. (1938). *Notas sobre los minerales primeramente descubiertos en México*. México: Academia Nacional de Ciencias “Antonio Alzate”

Leicester H. y Klickstein H. (1968). *A source book in chemistry*. Londres: Oxford University Press

León L. (1912). *Química Popular*. México: Herrero Hermanos

León Olivares, F. (2014). “Génesis de la formación de químicos en México”. En Ramos Lara y León Olivares F. (coordinadores). *Aportes recientes a la historia de la química en México*. México, D.F.: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades

León Olivares F. (2008). “Génesis de la Sociedad Química Mexicana”. *Ciencias* 89

León Olivares F. (2016). “La cultura material en la cátedra y gabinete de Química de la Escuela Nacional Preparatoria a finales del siglo XIX”. *Educación Química*, 27

“Ley de enseñanza profesional para la Escuela Nacional de Medicina” (15 de diciembre de 1897). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, II (19)

“Ley Orgánica de la Instrucción Pública del Distrito Federal” (1871). En Castilla A. (redactor). *La Voz de la Instrucción*

“Libros de texto para las Escuelas Nacionales Superiores”. (15 de febrero de 1898). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, II (23)

- Liceaga E. (8 de diciembre de 1888). "Aviso al público". *La Voz de México*
Lista en que constan los nombres de los mexicanos que en el Estado de Guanajuato traicionaron á su patria sirviendo á la invasión extranjera, y secundando sus inicuas miras al pretender dar prestigio y estabilidad al maniquí de Napoleón III, Maximiliano de Austria.
Guanajuato: Hernández Hermanos, 1867
- Lobato, J. G. (1º de octubre de 1850). "Inversión de los polos". *El Siglo Diez y Nueve*
- López Caraballo E. (2014). *Enseñanza de la historia: Héroes de la independencia en el libro de texto de Luis G. León, 1901-1911.* Tesis de Licenciatura. Universidad Pedagógica Nacional
- López de Azcona, J. (1992). *Minería Iberoamericana. Repertorio bibliográfico y biográfico. Volumen III. Biografías mineras 1492-1892.* Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España
- López Piñero, J. (1983). *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España.* Tomo I. Barcelona: Ediciones Península
- Lozoya Legorreta X. (1997). *Plantas, medicina y poder: breve historia de la herbolaria mexicana.* México D.F.: Editorial Pax y Procuraduría Federal del Consumidor
- Madinaveytia A. (1941). *La Química Moderna.* México, Ediciones Encuadernables de El Nacional, 30p.
- Maillefert, E. (1868). *Directorio del Comercio de la República Mexicana para el año de 1869.* México: s.e.
- Maldonado Polo J. (2000). "La expedición botánica a Nueva España, 1786-1803: el Jardín Botánico y la cátedra de botánica". *Historia Mexicana* L (1)
- Marcial Avendaño A. (2007). "Antecedentes del Instituto Médico Nacional y los primeros años de trabajo de la Sección 3ª de Fisiología". *Bol. Mex. His. Fil. Med.*, 10 (1)

Martínez, J. “Notas históricas sobre el desarrollo de la ingeniería química en México”. *Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia*. Tomo I. Ed. Enrique Beltrán. México: Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, 1964

Martínez S. (2016). *La Facultad de Ciencias Químicas y el proyecto de industrialización en México (1916-1937)* (Tesis de Maestría). UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, 245 p.

Martínez S., Aceves P. y Morales A. (2007). “Una nueva identidad para los farmacéuticos: la Sociedad Farmacéutica Mexicana en el cambio de siglo (1890-1919)”. *Dynamis*, 27

Martínez Barbosa X. y Martínez Cortés F. (2014). “La Academia de Medicina de México, sus integrantes y funcionamiento”. En Viesca Treviño C. (coordinador) *La Academia Nacional de Medicina de México. 150 años de actividad ininterrumpida*. México: CONACyT

Martínez Barbosa X. y Zacarías Prieto J. (2018). *Leopoldo Río de la Loza y la enseñanza de la química médica en la Escuela Nacional de Medicina*. México, D.F.: UNAM, Facultad de Medicina, Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina

Martínez Barbosa X. y Zacarías Prieto J. (2014). *Libro de Juntas de Profesores de la Escuela Nacional de Medicina 1851-1853*. México, D.F.: UNAM, Facultad de Medicina, Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina

Martínez González X. (2012). *Prensa escrita, disciplinas escolares y libros en la educación científico-militar de México (el Colegio Militar 1823-1860)* Tesis de Maestría. UAM Iztapalapa

Martínez Miranda, E. y Ramos Lara M. (2006). “Funciones de los ingenieros inspectores al comienzo de las obras del complejo hidroeléctrico de Necaxa”. *Historia Mexicana* LVI, 1

Martínez Ortiz S. (24 de octubre de 2008). “Médicos Zacatecanos”. *El Sol de Zacatecas*. En línea

- Mata, F. (1886). *Anuario Universal y Anuario Mexicano para 1885 y 1886*. México: Tipografía Literaria
- Matamala Vivanco, J. “Noticia sobre una máquina para beneficiar metales en el siglo XVIII”. International Symposium of Mining Cultural Heritage and Earth Sciences: Libraries, Archives and Museums, Ciudad de México y Real del Monte, Pachuca, 29 de agosto de 2011
- Mateos Gómez J. (2015). “Los primeros 40 años: 1916-1956”. En Garritz Ruiz A. y Mateos Gómez J. (editores). *Historia de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su primer siglo: 1916-2016*. México, D.F.: UNAM
- “Memoria presentada por el Sr. Don Juan B. Andonaegui, en su examen final de práctica”. (1861). *Anales de la Minería Mexicana*. México: Imprenta de I. Cumplido
- Menéndez L. (1996). *Escuela Nacional de Altos Estudios y Facultad de Filosofía y Letras. Planes de Estudio, Títulos y Grados. 1910-1994. Volumen I*. (Tesis de Doctorado). UNAM-Facultad de Filosofía y Letras
- Meneses Morales, E. (1983). *Tendencias educativas oficiales en México, 1821-1911*. México: Porrúa
- Mittermeier, R., Goettsch, C. y Robles Gil, P., (1998). *Megadiversidad: los países biológicamente más ricos del mundo*. México, D.F.: Cemex y Agrupación Sierra Madre
- Moles Batllell, A. et al. (1991). *La enseñanza de la ingeniería mexicana 1792-1990*. México: Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería
- Molina O. (21 de diciembre de 1907). “La enseñanza especial agrícola”. *La Voz de México*
- Moncada Maya, J. et al. (1999). *Bibliografía geográfica mexicana. Obra de los ingenieros geógrafos*. México: UNAM-Instituto de Geografía

- Moncada Maya J., Escamilla Herrera I., Cisneros Guerrero G., y Meza Cisneros G. (1999). *Bibliografía geográfica mexicana. Obra de los ingenieros geógrafos*. México: UNAM-Instituto de Geografía
- Morales A. y Aceves Pastrana P. (1999). “El departamento de observación del Hospital General de San Andrés (1800-1803). Polémicas en torno a la posición política, la materia médica y el brownismo”. *LLULL*, 22
- Morales A., Aceves Pastrana P., Gómez Álvarez C., y González González E. (2006). “Los cirujanos-médicos en México, 1802-1838”. *LLULL* 29
- Morales A. y Viesca C. (2016). “Farmacéuticos en transición: Academia y Farmacia en México de 1833 a 1865”. *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro Soc.* 54 (1)
- Morelos Rodríguez L. (2010). *Ciencia, estados y científicos: el desarrollo de la geología mexicana a través de la obra de los ingenieros Antonio del Castillo, Santiago Ramírez y Mariano Bárcena (1843-1902)*. (Tesis de Maestría). UNAM-Facultad de Filosofía y Letras
- Morelos Rodríguez L. (2014). *Historia de las Ciencias Geológicas en México. De entidad gubernamental a instituto universitario*. (Tesis de Doctorado). UNAM-Facultad de Filosofía y Letras
- Moreno Guzmán A. (2016). “Síntesis histórica de la Escuela Médico Militar”. *Rev. Sanid. Milit. Med.* 70 (1)
- Müller-Jahncke, W. (2001). “Chemiatria”. En Priesner, Claus y Karin Figala, eds. *Alquimia. Enciclopedia de una ciencia hermética*. Barcelona: Herder
- Muycelo J. (1872). *Elefanciasis de los Griegos* (Tesis de Licenciatura). Escuela Nacional de Medicina
- Nekrásov, B.V. (1981). *Química General*. Moscú: Mir

- Newman, W. (2001). "Principios". En Priesner, Claus y Karin Figala, eds. *Alquimia. Enciclopedia de una ciencia hermética*. Barcelona: Herder
- Newman W. y Principe L. (1998). "Alchemy vs. Chemistry: the etymological origins of a historiographic mistake". *Early Science and Medicine* 3, 1
- Noriega A. (1993). *El pensamiento conservador y el conservadurismo mexicano. Tomo I*. México, D.F.: UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas
- Noriega J. (1934). "Noticia histórica de la farmacia en México". *La Farmacia*, VII (21)
- "Notas de la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes. Sección de Educación Normal y Especial". (15 de febrero de 1912). *Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos*
- O'Gorman, E. (1949). "Justo Sierra y los orígenes de la Universidad de México" *Revista de la Facultad de Filosofía y Letras*, 33
- O'Gorman E. (1960). "Precedentes y sentido de la Revolución de Ayutla". *Seis estudios de tema mexicano*. Jalapa: Universidad Veracruzana
- "Obras de texto para la Escuela N. de Agricultura y Veterinaria" (15 de febrero de 1901). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, IV (18)
- "Obras de texto para las Escuelas Nacionales Superiores durante el año de 1899". (15 de junio de 1899). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*
- Olavarría y Ferrari E. (1901). *La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*. Reseña histórica. México: Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento
- Orozco J. (5 de octubre de 1850). "Inversión de los polos". *El Siglo Diez y Nueve* 643
- Orozco Hernández M. (1993). "Clero Regular contra Clero Secular: el caso del Real Colegio Seminario de México: 1749" en Frost E. (coordinadora). *Franciscanos y mundo religioso en México*, México, D.F.: UNAM, pp. 85-91
- Ortega F. (10 de marzo de 1881). "Escuela de Medicina". *El Foro*, p. 179

Ortiz M., Díaz M., Islas H. y Schifter L. (2017). “Técnicas e instrumentos químico farmacéuticos en México (1849-1925)”. *Ciencia Ergo Sum* 24 (1)

Ortiz Peralta R. (1991). “El abasto de la sal para la minería: las salinas de Tepopoxtla, 1849-1900”. *Historia Mexicana* XLI, 1

Ospovat, A. (1959). “Werner’s influence on American geology”. *Proc. of the Okla. Acad. of Sci*

Pacheco Mejía I. (2011). *Juan Salvador Agraz y el origen de la Escuela Nacional de Industrias Químicas en México*. (Tesis Master Erasmus Mundus TPTI). Université Paris 1 Pantheon-Sorbonne

Padilla Olivares, J. (2001). “Génesis de una facultad”. *Journal of the Mexican Chemical Society* 45, 3

Palacios Remondo, J. (1992). *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

Pardo y Urbina M. (1896). “Método seguido y reformas propuestas respecto de la clase de Química Agrícola en la Escuela Nacional de Agricultura”. *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, I (12)

Parra P. (23 de marzo de 1905). “Acta de la sesión celebrada por el Consejo Superior de Educación Pública el 2 de Marzo de 1905”. *Diario Oficial Estados Unidos Mexicanos* LXXVII (20)

Partington, J. R. y McKie D. (1981). *Historical studies on the phlogiston theory*. E.E.U.U.: Arno Press Inc.

Patiño F. (9 de febrero de 1886). “El señor profesor Don Gumesindo Mendoza”. *El Diario del Hogar*, pp. 1 y 2

- Paz I. y Tornel M. *Nueva Guía de México*. México: Imprenta de I. Paz
- Pelayo, F. y Rebok S. (2004). “Un condiscípulo español de Alexander von Humboldt en la Bergakademie de Freiberg: Josef Ricarte y su informe sobre el método de amalgamación de Born (1788)”. *Asclepio* LVI, 2
- Peña Hueso, J. A.; Ramírez Trejo R. y Esparza Ruiz A. (2006). “La Tabla Periódica nos cuenta su historia”. *Revista del Cinvestav*
- Peppas, N. A. “The origins of academic chemical engineering”. *One hundred years of chemical engineering*. Ed. Nikolaos A. Peppas. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 1989
- Pérez J. (1871). *Almanaque de las Oficinas y Guía de Forasteros*. México: Imprenta del Gobierno
- Pérez J. (1874). *Almanaque Estadístico de las Oficinas y Guía de Forasteros*. México: Imprenta del Gobierno
- Pérez J. (1873). *Segundo Almanaque Estadístico y Guía de Forasteros*. México: Imprenta del Gobierno, en Palacio
- Pérez-Bustamante de Monasterio J. (2004). “La alquimia: ¿pedigree de la química o lastre bastardo?”. *Historia de las ciencias y de las técnicas*. Vol. 2. Coords. Luis Español, José Escribano, y Ma. Ángeles Martínez. Logroño: Universidad de la Rioja
- Pérez Puente L. (2000). *Universidad de Doctores*. México Siglo XVII. México, D.F.: UNAM, Centro de Estudios sobre la Universidad.
- Pérez Zárata, Citlalli Dionisia. “Historia de la educación de la ingeniería química en México durante el siglo XX”. Trabajo Monográfico. UNAM-Facultad de Química, 2004
- “Personal de la Escuela Nacional de Artes y Oficios” (8 de julio de 1878). *La Escuela Nacional de Artes y Oficios* I (2)

“Plan de Estudios de la Escuela Nacional de Medicina” (3 de enero de 1912). *Diario Oficial Estados Unidos Mexicanos* CXVIII (3)

Portela, E. (1999). *La química ilustrada*. Madrid: Akal, 1999

Priego N. (2012). “El Instituto Bacteriológico Nacional y la lucha contra el tifo”. *Ciencia*

Prieto G. (1992). *Memorias de mis tiempos*. Presentación y notas de Boris Rosen Jélomer. México: Conaculta

Programa de los Cursos para el año escolar de 1891 de las Escuelas dependientes de la Secretaría de Fomento. (1891). México: Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento

Programas de los cursos de las Escuelas de Ingenieros y Agricultura para el año escolar de 1886. (1886). México: Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento

“Programas para la Escuela Nacional de Medicina” (1900). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, IV (17)

“Proyecto de Ley Orgánica de la Instrucción Pública en el Distrito Federal”. (29 de abril de 1881). *El Telégrafo*

Proyecto de Reglamento para la Escuela Nacional de Ingenieros. (1903). México. Impreso por Francisco Díaz de León

Pruneda A. (1944). “Elogios académicos”. *Gaceta Médica de México*, LXXIV (4)

Quadra, R. (1803). “Tabla comparativa de todas las substancias metálicas para poderlas distinguir fácilmente por medio de sus *caracteres exteriores*, en caso de que presenten cierta semejanza en su fisionomía general”. *Anales de Ciencias Naturales* tomo Sexto, 16. Madrid: Imprenta Real

“El Químico, Profesor José D. Morales” (1929). *La Farmacia*, 15

Quílez J. (2002). “Aproximación a los orígenes de la química moderna”. *Educación Química* 13, 1

Rabasa E. (2016). *Historia de las Constituciones Mexicanas*. México, D.F.: UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas

“D. Rafael Aguilar y Santillán”. (1920). *Biblos* II (81)

Rakow, D. y Lee, S. (2015). “Western botanical gardens: history and evolution”. *Horticultural Reviews*, 43

Ramírez S. (1891). *Biografía del Sr. D. Andrés Manuel del Río primer catedrático de mineralogía del Colegio de Minería*. México: Imprenta del Sagrado Corazón de Jesús

Ramírez S. (1890). *Datos para la historia del Colegio de Minería. Recogidos y compilados bajo la forma de efemérides*. México: Imprenta del Gobierno Federal en el Ex-arzobispado

Ramírez S. (1888). *Estudio biográfico del señor don Joaquín Velázquez Cárdenas y León primer director general de minería*. México: Imprenta del Gobierno en el ExArzobispado

Ramírez S. (1902). *Estudio biográfico del señor don Miguel Velázquez de León*. México: Imprenta de Ignacio Escalante

Ramírez S. (8 de enero de 1874). “La Escuela Práctica de Minas (I)”. *El Minero Mexicano* I, 40

Ramírez S. (29 de enero de 1874). “La Escuela Práctica de Minas (II)”. *El Minero Mexicano* I, 43

Ramírez S. (1885). *Observaciones al Nuevo Código de Minería expedido por decreto de 22 de noviembre de 1884*. México: Imprenta de Francisco Díaz de León

Ramírez S. (1875). “Prólogo”. *Instrucciones de laboratorio ó ejercicios progresivos de química práctica*. Loudon Bloxam, Carlos. Trad. Severiano Pérez. México: Imprenta de Ignacio Escalante

Ramírez S. (31 de diciembre de 1890). “El Sr. D. Miguel Velázquez de León”. *El Tiempo* 2198

Ramírez González C. (1993). “La Universidad de México y los conflictos con los jesuitas en el siglo XVI”. *Estudis* 19, pp. 39-58.

Ramírez Ortega V. (2010). *El Real Colegio de cirugía de Nueva España, 1768-1833. La profesionalización e institucionalización de la enseñanza de la cirugía*. México D.F.: UNAM, Instituto de Investigaciones Sociales, 296 p.

Ramos Escandón C. (1994). *Planear para progresar: planes educativos en el México nuevo 1820-1833*. México, D.F.: Universidad Pedagógica Nacional

Ramos Lara, M. (2005). “De la física de carácter ingenieril a la creación de la primera profesión de física en México”. *Revista Mexicana de Física* 51, 2

Ramos Lara M. (2007). “El Colegio de Minería, La Escuela Nacional de Ingenieros y su proyección en otras instituciones educativas de la ciudad de México (siglo XIX)”. En Ramos Lara M. y Rodríguez Benítez R. (coordinadores). *Formación de Ingenieros en el México del siglo XIX*. México, D.F.: UNAM-CEIICH, UAS-Facultad de Historia, pp. 21-45.

Ramos Lara, M. (2008). “En torno a la relatividad en la biblioteca de la Sociedad Científica Antonio Alzate”. *La relatividad en México. Ciencia y Tecnología en la Historia de México*. Coord. María de la Paz Ramos Lara. México: UNAM-CEIICH

Ramos Lara, M. (1996). *Historia de la física en México en el siglo XIX: los casos del Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros*. (Tesis de Doctorado). UNAM-Facultad de Filosofía y Letras

Ramos Lara M. (2018). *La Escuela Nacional Preparatoria, un sistema complejo adaptativo*. México, Ciudad de México: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades

Ramos Lara M. (2014). “La Química en los inicios de la Escuela Nacional de Altos Estudios”. En Ramos Lara y León Olivares F. (coordinadores). *Aportes recientes a la historia*

de la química en México. México, D.F.: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades

Ramos Lara M. (2007). *Los ingenieros promotores de la física académica en México (1910-1935)*. Revista Mexicana de Investigación Educativa 12 (35)

Ramos Lara M. (2012). *Vicisitudes de la ingeniería en México (siglo XIX)*. México, UNAM-CEIICH, 218 p.

Ramos Lara, M. y Saldaña J. (2005). “La enseñanza de la ingeniería y las actividades de los ingenieros egresados del Colegio de Minería”. *La casa de Salomón en México. Estudios sobre la institucionalización de la docencia y la investigación científicas*. Coord. Juan José Saldaña. México: UNAM-Facultad de Filosofía y Letras

“Reglamento que establece el nuevo Plan de Estudios de la Escuela Nacional de Agricultura” (29 de marzo de 1921). Diario Oficial

“La Republique des États-Unis Mexicains A l’Exposition Universelle de 1900” (1900). *La Presse Industrielle. Tirage de Luxe*

Rico Linage R. (1999). *Constituciones Históricas. Ediciones oficiales*. Sevilla: Universidad de Sevilla

Río de la Loza L. (1862). *Introducción al estudio de la química ó Conocimientos preliminares para facilitar el estudio de la Ciencia*. México: Imprenta de J.M. Lara

Río de la Loza M. (2 de marzo de 1892). “Algunos apuntes históricos sobre la enseñanza médica en la Capital”. *El Diario del Hogar*

Ríos Zúñiga R. (1994). “De Cádiz a México. La cuestión de los institutos literarios (1823-1833)”, *Secuencia*, 30.

Ríos Zúñiga R. y Rosas Íñiguez C. (2011). *La Reforma Educativa de Manuel Baranda: documentos para su estudio (1842-1846)*. México, D.F.: UNAM, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación

Rivera Cambas, M. (1880). *México pintoresco, artístico y monumental. Vistas, descripción, anécdotas y episodios de los lugares más notables de la capital y de los estados, aún de las poblaciones cortas, pero de importancia geográfica o histórica*. México: Imprenta de la Reforma Perpetua, 534 p.

Roderic Ai Camp (2011). *Mexican Political Biographies*. 4^a ed. E.E. U.U.: University of Texas Press

Rodríguez J. M. (19 de mayo de 1893). “Curiosos efectos producidos en el horno de Mr. Moissan por medio de la acción simultánea de las radiaciones eléctricas y caloríficas”. *La Voz de México*, p. 1

Rodríguez J. M. (6 de febrero de 1893). “Los meteoritos de Chupaderos”. *El Siglo Diez y Nueve*, pp. 2 y 3

Rodríguez, J. M. (21 de agosto de 1850). “Sociedad de Químicos Entusiastas. Primera Memoria. Segunda parte”. *El Siglo Diez y Nueve*

Rodríguez M. (2014). “De la Sección Médica a la Academia de Medicina de México: 1864-1880”. En Viesca Treviño C. (coordinador). *La Academia Nacional de Medicina de México*, México: CONACyT

Rodríguez, M. (1997) “Legislación sanitaria y boticas novohispanas”. *Estudios de Historia Novohispana* 17

Rodríguez, M. (2013). “La Academia Nacional de Medicina de México (1836-1912)”. *Gaceta Médica de México*, 149

- Rodríguez M. (2008). *La Escuela Nacional de Medicina (1833-1910)*. México, D.F.: UNAM-Facultad de Medicina, Departamento de Historia y Filosofía de la Medicina
- Rodríguez M. (1992). “La medicina científica y su difusión en Nueva España”. *Estudios de Historia Novohispana* 12
- Rodríguez M. (2008). “Las cátedras de medicina en la Real Universidad de México, siglo XVIII”. En Alvarado L. y Pérez Puente L. (coordinadoras). *Cátedras y catedráticos en la historia de las universidades e instituciones de educación superior en México. La educación colonial*. México, D.F.: UNAM-IISUE, pp. 299-311.
- Rodríguez M. (1997). “Semanarios, gacetas, revistas y periódicos médicos del siglo XIX mexicano”. *Boletín del Instituto de Investigaciones Bibliográficas*, II (2)
- Rodríguez Camarena E. (2010). *Desarrollo de la ingeniería civil en México. Desde su creación hasta las primeras décadas del siglo XX* (Tesis de Licenciatura). UNAM-FES Acatlán.
- Rodríguez de Romo A. (2005). “Luis José Montaña Carrancó”. *Bol. Mex. His. Fil. Med.* 8 (2)
- Rodríguez de Romo A. (2010). “El Periódico de la Academia de Medicina”. *An. Med. Mex.*, 55 (1)
- Rodríguez Pimentel L. (2003). “En memoria del Dr. Juan María Rodríguez Arangoiti, ilustre obstetra mexicano (1828-1894)”. *Gaceta Médica de México* 139 (5)
- Roel F. y Ordóñez E. (1906). “Análisis químico de la chiluca y de la cantera”. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, II
- Romero, M. (26 de diciembre de 1879). “Sociedad Agrícola Mexicana”. *El Siglo Diez y Nueve* 76, 12448

Romero Flores, J. (24 de abril de 1946) “Aguilar Bruno. Mil Biografías en la Historia de México”. *El Nacional*

Rubinovich Kogan, R. (1992). “Andrés Manuel del Río y sus Elementos de Oricognosia”. *Elementos de Oricognosia 1795-1805 (Edición Facsimilar)*. Por Andrés Manuel del Río. México: UNAM-Instituto de Geología-Facultad de Química-Facultad de Ingeniería-SEFI

Ruiz L. (1963). *Apuntes históricos de la Escuela Nacional de Medicina*. México: UNAM

Ruiz Erdozain E. (1º de julio de 1905). “Escuela Nacional de Agricultura”. *El Tiempo*, p. 2

Saldaña, J. (2005). “De lo privado a lo público en la ciencia: la primera institucionalización de la ciencia en México” en Saldaña J. (coordinador). *La casa de Salomón en México. Estudios sobre la institucionalización de la docencia y la investigación científicas*. México, D.F.: Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

Sánchez, P.C., M. Rangel, e I.O. González. (1897). “Reseña Histórica”. *El mineral de Pachuca*. José G. Aguilera. México: Instituto Geológico de México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento

Sánchez Anaya M. (2003). *Las vicisitudes monetarias de los tapatíos: la ceca de Guadalajara, 1811-1895*. Guadalajara: Secretaría de Cultura de Jalisco-Benemérita Sociedad de Geografía y Estadística del Estado de Jalisco

Sánchez Baudoin J. (2006). *Newton y la alquimia: el papel de la tradición mágico-hermética en el pensamiento newtoniano* (Tesis de Maestría). UNAM-Facultad de Filosofía y Letras

Sánchez Mejorada M. (1919). “La Facultad de Ciencias Químicas y El Universal”. *La Farmacia*, II (5)

Sánchez Ruiz J. e Islas Pérez V. (1997). *La evolución de la farmacia en México*. México: UNAM-FES Zaragoza

- Sánchez Vázquez R. (2002). "Síntesis sobre la Real y Pontificia Universidad de México". *Anuario Mexicano de Historia del Derecho*, XIV, pp. 265-342.
- Sanchíz J. y Conde Díaz Rubín J. (2005). "La familia Monterde y Antillón en Nueva España. Reconstrucción genealógica. Segunda Parte". *Estudios de Historia Novohispana*, 33
- Sandoval Vallarta M. (1978). "El nombre del elemento 23". En Barnés, Dorotea y Alfonso Mondragón, comps. *Manuel Sandoval Vallarta. Obra científica*. México: UNAM-Instituto de Física
- Sayeg Helú, J. (1987). *El Constitucionalismo Social Mexicano. La integración constitucional de México (1808-1986). Tomo I*. México: ENEP-Acatlán, Acciones y Valores de México, INHERM
- Schifter L. (2011). "La trayectoria científica de Maximino Río de la Loza como parte de la identidad de la Química Mexicana". *Bol. Soc. Quim. Mex.* 5(2)
- Schifter L. (2014). "Las Farmacopeas Mexicanas en la construcción de la identidad nacional". *Rev Mex. Cienc. Farm.* 45 (2)
- Schifter L. (2006). "Las Farmacopeas Mexicanas y sus fuentes; guardianas de un patrimonio histórico viviente". *Pliegos* 87
- Schifter L. y Aceves P. (2016). "Los farmacéuticos y la química en México (1903-1919): prácticas, actores y sitios". *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, 51
- "Secretaría de Estado y del despacho de Justicia e Instrucción Pública" (15 de agosto de 1896). *Revista de la Instrucción Pública Mexicana* I (11)
- Semo, E. (1983). *Historia del capitalismo en México*. 12ª ed. México: ERA
- Seibertz E. y Buitrón B. (1998). "Emil Böse (1868-1927)". *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 15 (1)

Septián y Villaseñor, J. A. (1875). *Memoria estadística del Estado de Querétaro precedida de una noticia histórica que comprende desde la fundación del mismo hasta el año de 1821*.

Querétaro: Tipografía González y Legarreta

Sifuentes Espinoza D. (2004) “Científicos extranjeros en Nuevo León. Siglo XIX”. *Ciencia UANL* VII, 1

Somolinos D’Ardois G. (1970). “La Gaceta Médica de México en el periodismo médico mexicano de los últimos cien años”. *Gaceta Médica de México*, 100 (1)

Soto Lescale M. (1997). *Legislación educativa mexicana de la Colonia a 1876*. México, D.F.: Universidad Pedagógica Nacional

El Sr. D. Patricio Murphy”. *El Minero Mexicano* VII, 12 (20 de mayo de 1880)

“El Sr. Ingeniero D. Manuel Ramírez” (1º de julio de 1901). *El Arte y la Ciencia. Revista Mensual de Bellas Artes e Ingeniería*

“El Sr. Profesor D. Joaquín Varela Salceda” (3 de junio de 1901). *El Tiempo Ilustrado*

Staples A. (2012). “Ciudadanos respetuosos y obedientes”. En Gonzalbo P. y Staples A. (coordinadoras). *Historia de la educación en la Ciudad de México*. México, D.F.: Secretaría de Educación del Distrito Federal y el Colegio de México

Staples A. (2009). “El miedo a la secularización o un país sin religión. México 1821-1859”. En Gonzalbo P., Staples A. y Torres Septián V. (editoras). *Una historia de los usos del miedo*. México, D.F.: El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos, Universidad Iberoamericana

Tanck de Estrada, D. (1979). “Las Cortes de Cádiz y el desarrollo de la educación en México”. *Historia Mexicana*, XXIX, 1

Torales Pacheco, M. (2003). “Apuntes para el estudio de la presencia de la Ilustración alemana en México” *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas* 40

- Torre de la Torre F. (2010). *La ingeniería en Jalisco en el siglo XIX*. 2ª ed. Guadalajara: Universidad de Guadalajara-CETI- CICEJ-Gobierno de Jalisco
- Trabulse E. (1994). *Ciencia y tecnología en el Nuevo Mundo*. México: El Colegio de México-Fideicomiso Historia de las Américas-FCE
- Trífonov, D. N. (1981). *El precio de la verdad*. Moscú: Mir
- Trífonov, D. N. y V. D. Trífonov. (1990). *Cómo fueron descubiertos los elementos químicos*. Moscú: Mir
- Urbán, G. (2005). “Fertilizantes químicos en México (1843-1914)”. Tesis de Maestría. UNAM-Facultad de Filosofía y Letras
- Urbán, G. (2000). *La obra científica del doctor Leopoldo Río de la Loza*. México, D.F.: UAM-Xochimilco
- Urbán G. y Aceves P. (2001). “Leopoldo Río de la Loza en la institucionalización de la química mexicana”. *Revista de la Sociedad Química de México* 45
- Urbán G. y Saldaña J. (2013). “La Química Agrícola y el estudio de los suelos cultivables en México en el siglo XIX”. *Quipu*, 15 (1)
- Uresty Vargas D. (2012). *La enseñanza técnica e industrial en México, el caso de la Escuela Nacional de Artes y Oficios (1868-1916)* (Tesis Master Erasmus Mundus TPTI). Université Paris 1 Pantheon-Sorbonne
- Uribe Salas, J. (2006) “Labor de Andrés Manuel del Río en México: Profesor en el Real Seminario de Minería e innovador tecnológico en minas y ferrerías”. *Asclepio* LVIII, (2) *Universidad Nacional de México. Proyecto del plan de estudios de la Escuela de Ingenieros*. México: Tip. de la Oficina Impresora de Estampillas, 1911.

Universidad Nacional de México. Proyecto del plan de estudios de la Escuela Nacional de Ingenieros aprobado por la Junta de Profesores de México. México: Tipografía de “El Escritorio”, 1913

Vaccari, E. (1998). “Mining Academies”. *Sciences of the Earth: an encyclopedia of events, people and phenomena.* Gregory A. Good (editor). Nueva York: Garland

Valadés D. (2014) “Justo Sierra y la fundación de la Universidad” En Vázquez Ramos H. (coordinador). *Cátedra Nacional de Derecho Jorge Carpizo. Reflexiones Constitucionales.* México, D.F.: UNAM-Instituto de Investigaciones Jurídicas

Valadés J. (1872). *Orígenes de la República Mexicana.* México, D.F.: Editores Mexicanos Unidos

Valiente Barderas, A. y Primo Stivalet R. *El ingeniero químico, ¿qué hace?* México: Alhambra, 1988

Vázquez Talavera C. (2008). *La historia de la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C.* México, D.F.: Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C

Vega y Ortega Baez, R. (2018). *El Jardín Botánico de la Ciudad de México. En la primera mitad del siglo XIX.* México, Jalisco: Universidad de Guadalajara y Centro Universitario de los Lagos

Vega y Ortega R. (2016). “Los estudios farmacéuticos en el Segundo Imperio a través de la Gaceta Médica de México”. *História, Ciências, Saúde*, 23 (2)

Vega y Ortega R. (2019). “Una ciencia tan útil como agradable. Los discursos del catedrático Pío Bustamante y Rocha: Ilustración y Romanticismo en la enseñanza botánica, 1845-1860”. *Revista del Colegio de San Luis IX* (18)

- Vega y Ortega R. y García Luna A. (2015). “La explotación y determinación de nuevos minerales en la primera serie de el Minero Mexicano, 1873-1880”. *Letras Históricas*, 11
- Velasco Ávila, C. et al. (1988). *Estado y minería en México (1767 – 1910)*. México: FCE- INAH-Comisión de Fomento Minero-SEMIP
- Velasco Ávila C. (1987). “Política borbónica y minería en Nueva España 1766-1810”. *Historias* 18
- Velázquez de León J. (10 de septiembre de 1858). “Lista de los alumnos que han sido examinados y aprobados en las profesiones que se siguen en este colegio”. *La Sociedad* II, 253
- Viesca Treviño C. (2001). “Las cátedras de medicina en la Real y Pontificia Universidad de México en el siglo XVI y su contraparte salmantina”. *Bol. Mex. His. Fil. Med.* 4 (2), pp. 4-7.
- Vigil Batista, A. (2008). “Anales de la Sociedad Humboldt (1870-1875)”. *Bol. Mex. His. Fil. Med.* 11 (2)
- Villalpando Nava J. (2009). *Historia de la educación en México*. México, D.F.: Porrúa
- Villanueva G. (15 de noviembre de 1893). “El Instituto Médico Nacional”. *La Voz de México*
- Villaseñor y Villaseñor, A. *Biografía de los héroes y caudillos de la independencia*. México: Imprenta “El Tiempo” de Victoriano Agüeros, 1910
- Vizguin V. (1992). “Revolución química: factores del retraso”. *Revista da SHBC*, 7
- Wittich E. (1922). *El descubrimiento del vanadio*. México: SEP-Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo- Departamento de Minas
- Z (31 de octubre de 1843). “Instrucción Pública”. *El Siglo Diez y Nueve*, p. 2
- Zamudio, G. (2002). “El Real Jardín Botánico del Palacio Virreinal de la Nueva España” *Ciencias* 68, pp. 22-27.
- Zamudio, G. (1993). “Las expediciones botánicas a América”. *Ciencias*, 29.

Zúñiga y Ontiveros, M. J. (1820). *Calendario Manual y Guía de Forasteros*. México: Oficina del autor