

Las propuestas educativas y profesionalizantes de Manuel Fernández Leal en torno a la ingeniería (México, 1886-1897)

Manuel Fernández Leal's Educational and Professionalizing Proposals for Engineering (Mexico, 1886-1897)

Rodrigo Antonio Vega y Ortega Baez*
Gustavo Enrique Flores Herrera**

Resumen

El artículo ofrece un estudio de las propuestas que el ingeniero mexicano Manuel Fernández Leal desarrolló para mejorar la educación ingenieril de México y un examen de los aportes para su profesionalización educativa a finales del siglo XIX. En la historiografía encontramos breves referencias respecto del paso de Fernández Leal por diversas instancias de la ingeniería, además, la historiografía de la educación ingenieril se ha orientado más a la dinámica de las instituciones que a las personas que hicieron posible su día a día. La metodología retoma la historia intelectual al vincular las fuentes de la historia de la ciencia con la transformación de las instituciones educativas a partir de los docentes que ejercieron la ciencia. Manuel Fernández Leal se propuso incidir en la discusión sobre la educación del futuro ingeniero mexicano, así también procuró la cooperación de los círculos educativo, asociacionista e institucional de la ingeniería.

Palabras clave: educación y ciencia, ingeniería, Fernández Leal, historia de la ciencia, historia de la educación.

* Universidad Nacional Autónoma de México, México. ORCID: [<https://orcid.org/0000-0002-3333-3536>]. Correo electrónico: [rodrigo.vegayortega@gmail.com].

** Universidad Nacional Autónoma de México, México. orcid: [<https://orcid.org/0000-0001-5691-7537>]. Correo electrónico: [gef1968@gmail.com].

Cómo citar este artículo:

Vega y Ortega Baez, R. A. y Flores Herrera, G. E. (2026). Las propuestas educativas y profesionalizantes de Manuel Fernández Leal en torno a la ingeniería (México, 1886-1897). *Revista Mexicana de Historia de la Educación*, 14(27), 1-22. <https://doi.org/10.29351/rmhe.v14i27-746>



Abstract

This research examines the proposals that Mexican engineer Manuel Fernández Leal developed to improve engineering education of Mexico and examines his contributions to the professionalization of engineering education at the end of the 19th century. In the historiography, we find brief references to Fernández Leal's experience in various engineering fields. The historiography of engineering education has focused more on the dynamics of institutions than on the individuals who made their daily work possible. The methodology revisits intellectual history by linking the sources of the history of science with the development of educational institutions through the lens of teachers who practiced science. Manuel Fernández Leal aimed to influence the discussion on the education of the future Mexican engineer, as well as seeking the cooperation of educational, associational and institutional circles of engineering.

Keywords: education and science, Engineering, Fernández Leal, history of science, history of education.

Introducción¹

En la historia mexicana de la educación ingenieril han descollado varios docentes como el ingeniero Manuel Fernández Leal (1831-1909), quien obtuvo el título de ingeniero topógrafo e hidrógrafo. Las reflexiones intelectuales de este profesor fueron de gran importancia para el desarrollo de la ingeniería mexicana durante el último tercio del siglo XIX, debido a su influencia en tres sectores del ámbito ingenieril: educativo (Escuela Nacional de Ingenieros, ENI), asociativo (Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México (AIAM) y Academia Mexicana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, AMCEFEN) y gubernamental (Ministerio de Fomento).

Sobre la vida y obra del ingeniero Fernández Leal se encuentran cuatro textos. Los dos primeros son de autoría del ingeniero Agustín Aragón (1910a y 1910b): “Biografía del Sr. Ingeniero D. Manuel Fernández Leal” y “Necrología. Fallecimiento del Sr. Ingeniero D. Manuel Fernández Leal”, así mismo, se cuenta con un discurso pronunciado por el poeta e historiador Francisco Sosa (1910) en un homenaje al ingeniero a un año de su muerte. Más de un siglo después, Gustavo Flores (2022) defendió la tesis *La producción del ingeniero Manuel Fernández*

¹ El artículo se desprende de Flores (2022). Esta investigación es parte del proyecto PAPIIT-IN-401823: “Las comunidades de expertos científicos en torno al Ministerio de Fomento de México a través de sus impresos (1877-1913)”, Facultad de Filosofía y Letras-UNAM.

Leal en la prensa mexicana del siglo XIX. En dichos textos se valoró la trascendencia de la obra educativa de dicho ingeniero.

Respecto a la historiografía contemporánea encontramos breves referencias del paso del ingeniero Fernández Leal por diversas instancias de la ingeniería mexicana, como ejemplos tenemos que en “La enseñanza y la práctica de la ingeniería durante el porfiriato”, Mílada Bazant (1984) menciona al ingeniero Fernández Leal como presidente de la AIAM, director de la Escuela de Ingenieros y ministro de Fomento. De igual forma, María de la Paz Ramos (2018), en *La Escuela Nacional Preparatoria. Un sistema complejo adaptativo*, menciona a Fernández Leal como profesor de la ENI y convocado por Gabino Barrera para formar parte de la primera plantilla de profesores de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) en 1868. En la tesis *Anales de la Asociación de Ingenieros Civiles y Arquitectos de México*, Alejandra Pérez (2002) destaca al ingeniero como el más distinguido caso de la relación entre la Asociación y el poder político. Rodrigo Vega y Ortega y Gustavo Flores (2022) abordaron la práctica geográfica del ingeniero Fernández Leal entre 1877 y 1909. En estas investigaciones no se ha profundizado en el pensamiento educativo del autor.

En cuanto a la historiografía de la educación de la ingeniería decimonónica, la investigación pionera es la de Mílada Bazant (1984). Años después María de la Paz Ramos y Juan José Saldaña (2000) iniciaron la investigación del Colegio de Minería y la ENI. Ramos (2007 y 2013) continuó la problematización de dicha institución científica. Además, Guadalupe Urbán (2007) ha investigado la formación de los ingenieros en el siglo XIX, así como Christian Ramírez (2020) analizó sus labores como topógrafos. Por otro lado, visiones generales han sido desarrolladas por Roberto Llanas (2012), Raúl Domínguez (2013) y Omar Escamilla (2013).

Los objetivos que se han planteado para esta investigación son: comprender las propuestas que Fernández Leal desarrolló para mejorar la educación ingenieril del país y examinar sus aportes a la profesionalización educativa de la ingeniería mexicana a finales del siglo XIX. Lo anterior está basado en el hecho de que el ingeniero ocupó los más altos cargos de los tres rubros (institucional, profesional y asociativo) en algún momento del devenir científico del país, por ello se puede suponer que en el pensamiento de Fernández Leal circulaban ideas impregnadas por la experiencia en estos tres aspectos que conformaban la ingeniería nacional. El artículo se basa solo en las propuestas educativas y profesionalizantes en torno a la ingeniería de Manuel Fernández Leal publicadas en la prensa de 1886 a 1897.

La metodología retoma la historia intelectual en cuanto al análisis de las fuentes hemerográficas de la historia de la ciencia que abordan las reflexiones sobre la educación y la profesionalización de algunas disciplinas a partir de los docentes que también ejercieron la práctica científica como “una construcción de ciertos actores en ciertos contextos” (González, 2018: 10). También se reconoce la historicidad de la enseñanza y el aprendizaje del cuerpo teórico-práctico de la ingeniería en función de un ejercicio intelectual de los intereses del cuerpo docente como un núcleo de reflexiones que motivan los cambios y las continuidades en una disciplina (Cuttica, 2015). De igual manera, la perspectiva intelectual en la historia de la educación aporta elementos para reconocer los cambios y las continuidades en la formación de nuevas generaciones de profesionales de la ciencia, como el caso de la ingeniería mexicana (Ruiz, 1997). La aportación del artículo es el análisis sobre las reflexiones educativas y profesionalizantes en torno a la ingeniería que realizó uno de los funcionarios científicos más importantes del México de finales del siglo xix como punto de partida para examinar el aporte intelectual de los ingenieros del país.

Las fuentes que sustentan la investigación son: las traducciones “Vocabulario de términos técnicos en seis idiomas” (1886b) y “Las matemáticas consideradas como instrumento científico y pedagógico” (1886a); así como *Hidromensura o medida del agua en los diversos casos que puedan presentarse* (1891), “Plan de estudios profesionales para las diversas especialidades de la Ingeniería” (1896), “La Universidad” (1897) y “Discurso inaugural del Concurso Científico Nacional de 1897” (1897).

El análisis de las fuentes hemerográficas se divide en tres últimos apartados: las propuestas sobre mejorar la educación en general, las propuestas sobre la profesionalización ingenieril y las reflexiones sobre la traducción como recurso educativo. El estudio de las propuestas educativas de Fernández Leal nos permite dar cuenta de la forma en que influyó en el curso de la ingeniería mexicana un personaje tan complejo y sobre su importancia.

Panorama de la ingeniería mexicana al final del siglo xix

La ENI fue creada a partir de los cimientos del Real Seminario de Minería, inaugurado en 1792, “convirtiéndose en el primer colegio en América donde se institucionalizaron simultáneamente disciplinas científicas como las matemáticas, la física, la química y la mineralogía” (Ramos y Saldaña, 2000: 108). Al consumarse

la independencia nacional, la institución representó un pilar en el desarrollo de la minería, por tanto, no fue desechada por su tradición colonial, más bien se reformó conforme a los intereses de la nueva nación (Flores Clair, 2009).

La institución sufrió varios cambios tanto en su nombre como en sus funciones, se transformó en el Tercer Establecimiento de Ciencias Físicas y Matemáticas en 1833 (Rosas, 2015), Instituto de Ciencias Naturales en 1843, Colegio de Minería un año después, durante el Segundo Imperio fue Escuela Imperial de Minas, al restaurarse la República en 1868 se denominó Escuela Especial de Ingenieros y, finalmente, hacia 1883 cambió a Escuela Nacional de Ingenieros. En estos cambios político-administrativos, la ENI acogió a los futuros ingenieros de minas, topógrafos, ensayadores, metalurgistas, geógrafos y geólogos que se encargaron del reconocimiento del territorio nacional.

En 1883, bajo la presidencia de Manuel González, la ENI se adscribió al Ministerio de Fomento, lo cual le permitió tener mayor presupuesto. A su vez el cambio trajo consigo modificaciones en la estructura académica de la institución, pues los estudios profesionales debían ser precedidos por cursos en la ENP. Así mismo, la carrera de Ingeniero Mecánico se sustituyó por la de Ingeniero Industrial y la de Ingeniero Civil por la de Ingeniero de Caminos, Puertos y Canales, además de la creación de la carrera de Telegrafista, la cual en 1892 se transformó en la de Ingeniero Electricista (Ramos y Saldaña, 2000: 109).

La relevancia de la ENI fue más allá de la simple formación de nuevos profesionales. “Sus miembros o egresados llegaron a ocupar cargos de funcionarios públicos en todos niveles, como ministros de secretarías de Estado, senadores, diputados, directores de instituciones educativas y científicas” (Ramos, 2007: 22). La proyección de la ENI al exterior abarcó distintos aspectos de la vida nacional (político, social e ideológico). De igual manera, la ENI se vinculó con la AIAM para discutir y desarrollar proyectos de obras públicas como el desagüe del Valle de México.

La ENI vivía su mejor momento en cuanto al nivel académico hacia la penúltima década del siglo XIX, pues de la institución egresaban profesionales capaces de insertarse en la política, las sociedades científicas y el ámbito académico nacional, aunque no se tuvo la misma suerte al momento de intentar colocar a los ingenieros egresados en el sector industrial. “El que el Estado decidiera incorporar a la inversión extranjera como una variable vital para el desarrollo de la economía generó una competencia desleal entre los ingenieros extranjeros y los mexicanos” (Ramos y Saldaña, 2000: 125). Las empresas extranjeras acapararon el mercado de maquinaria con que el Estado mexicano pretendió explotar los

recursos naturales del país, lo que eventualmente generó una dependencia tecnológica hacia el exterior, también afectó “la contratación de personal, ya que se dio preferencia a los ingenieros estadounidenses, ingleses, alemanes, franceses, entre otros” (Ramos, 2013: 164). El tema de los egresados de la ENI empezó a revisarse por Ramos (2013), cuyos resultados complementan lo iniciado por Bazant (1984). Sin embargo, hace falta ampliar los análisis al respecto.

La ENI reformó sus planes de estudios con la Ley de Estudios Profesionales para las Ingenierías de 1897, en la cual se adoptó una educación más práctica dentro de la institución incluyendo prácticas obligatorias en los laboratorios de la Escuela y en instituciones gubernamentales como la Casa de Moneda (Fernández Leal, 1896: 4). La industria extranjera se estableció con bases sólidas en el país y los ingenieros mexicanos siguieron siendo desplazados por los extranjeros en el campo industrial.

Por otro lado, los egresados también se insertaron en los establecimientos dedicados a la investigación científica, como el Observatorio Astronómico (1876), el Observatorio Meteorológico (1877) y el Instituto Geológico (1882), en donde las ciencias tuvieron un espacio en el cual desarrollarse auspiciadas formalmente por el Estado mediante el Ministerio de Fomento.

Por su parte, las sociedades científicas se convirtieron en espacios donde se discutían los avances científicos tanto nacionales como internacionales, además de promover el intercambio de conocimientos con otras asociaciones fuera del país. Durante el último tercio del siglo XIX, destacaron en el ramo ingenieril la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (1833), la Sociedad Mexicana de Historia Natural (1868), la AIAM (1868), la Sociedad Científica “Antonio Alzate” (1884) y la AMCEFEN (1894).

Así, durante el porfiriato, la ingeniería mexicana alcanzó un nivel de importante desarrollo debido a la vinculación entre sus tres ámbitos: el institucional (Ministerio de Fomento y sus dependencias), el profesional (ENI) y el asociativo (AIAM y AMCEFEN).

Breve biografía del ingeniero Manuel Fernández Leal

Manuel Fernández Leal Cajigas nació el 5 de julio de 1831 en la ciudad de Xalapa, Veracruz. Sus padres fueron el abogado Manuel Fernández Leal y María Dolores Cajigas (Aragón, 1910b). Hacia 1849, a la edad de 18 años, Fernández Leal se inscribió en el Colegio de Minería en la carrera de ingeniero geógrafo agrimensor o

topógrafo. Por su notable aprovechamiento, fue elegido para sostener Actos Públicos de Física, Topografía y Geodesia en el año de 1852 y de Topografía, Geodesia y Cosmografía en 1853 (Ramos, 2013: 85).

Las aptitudes que Fernández Leal demostró en los ramos de topografía y geodesia durante los Actos Públicos de 1853 le valieron ser reclutado por el ingeniero José Salazar Ilarregui (1823-1892) para trabajar en ese año en la Comisión Mexicana para la traza de la nueva frontera territorial con Estados Unidos, tras la firma del Tratado de La Mesilla.

El 24 de julio de 1860, el joven Fernández Leal obtuvo su título de ingeniero topógrafo e hidrógrafo en el Colegio de Minería. Esto le valió al ya ingeniero que en 1861 fuese llamado a trabajar por el presidente Benito Juárez para integrarse a la Comisión para elaborar la Carta geográfica de la República mexicana (García Cubas, 1863). Durante la guerra contra los ejércitos francés e imperial, Fernández Leal se mantuvo fiel al gobierno republicano.

La restauración de la República representó para el ingeniero Fernández Leal el inicio de una etapa importante para su carrera, ya que en 1867 fue nombrado profesor de la Primera Clase de Matemáticas del Colegio de Minería, mientras que en 1868 le fue encomendada la cátedra de Topografía e Hidromensura de la ENI y ese mismo año, al inaugurarse la ENP, le fue encomendada la clase de segundo año de Matemáticas (Anónimo, 1910: 207).

La labor educativa de Fernández Leal en la ENI y la ENP se prolongó de 1867 a 1876. Hacia 1878, después de un receso de aproximadamente dos años de haberse alejado de sus quehaceres en el gobierno mexicano, Fernández Leal fue requerido por el general Vicente Riva Palacio, entonces ministro de Fomento, para que fungiera como oficial mayor de la dependencia (Sánchez, 1879: 3). De igual manera, regresó a impartir cátedra en ambas escuelas, además, le fue confiada en el mismo año la presidencia de la AIAM y, un año después, en 1879, la dirección de la ENI (Aragón, 1910a: 225).

Impartió cátedra de nuevo de 1878 a 1881, cuando fue notificado por medio de la Junta Directiva de Instrucción Pública y en nombre del presidente de la República su separación de las labores docentes y como director de la ENI por ser requeridos sus servicios exclusivos como oficial mayor dentro del Ministerio de Fomento (Aragón, 1910a: 231).

El ingeniero Fernández Leal dejó el cargo de ministro de Fomento en diciembre de 1900 debido a problemas de salud. Al término de su gestión, fue nombrado director de la Casa de Moneda de la República y de la Casa de Moneda de la Ciudad de México. Así mismo, regresó después de casi veinte años de licencia y

contando ya con 69 años a su cargo como director de la ENI y dos años después, en 1902, a la cátedra de Topografía e Hidromensura en la misma escuela (Aragón, 1910a: 230). Por otro lado, el académico se involucró en el ámbito asociacionista de la ingeniería como miembro de: Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, AIAM, AMCEFN, Sociedad Científica “Antonio Alzate”, Sociedad Mexicana de Historia Natural y algunas más extranjeras.

La noche del 2 de julio de 1909, el ingeniero Fernández Leal falleció a los 78 años, a causa de un síncope cardíaco (Anónimo, 1910: 2).

Las propuestas sobre la educación

A partir de 1867 con la restauración de la República y la promulgación de la Ley Orgánica de Instrucción Pública, la educación científica se convirtió en parte importante del proyecto de Estado liberal que, en apariencia, llevaría a México al “progreso” material. En 1897 se publicaron dos discursos de Fernández Leal: “La Universidad” en las páginas del *Anuario de la AMCEFN* y “Discurso inaugural del Concurso Científico Nacional de 1897” en el *Anuario de la AIAM*. Para el momento en que el ingeniero pronunció ambos discursos se encontraba a la cabeza del Ministerio de Fomento, con esa posición convocó a las sociedades científicas para incitar su trabajo educativo, ya que, en el pensamiento del ingeniero, “la Academia, como todas las asociaciones de su género, en el mundo civilizado desempeña un papel educador” (Fernández Leal, 1897b: 188), refiriéndose a que las sociedades científicas tenían el deber moral y social para con el país de formar nuevas generaciones de profesionistas.

En “La Universidad”, el autor hizo un llamado desde la AMCEFN a reflexionar acerca de las condiciones en que se encontraba el adelanto de las ciencias en el país, principalmente la física y las matemáticas. Fernández Leal señaló que, si bien existía una gran mejora en lo que a las matemáticas concernía, este adelanto se había obtenido a nivel básico o preparatorio y añadió que no le parecía que “pueda decirse lo mismo respecto de la parte elevada o trascendental de las mismas ciencias” (Fernández Leal, 1897b: 182). Para el ingeniero, las matemáticas en el país no se encontraban a la altura de los conocimientos modernos y aquellos mexicanos que sí contaban con buen nivel eran pocos, aunque no trascendía su actividad científica a la altura de sus pares europeos.

El autor dio por entendido que lo mismo sucedía con la química y la historia natural, ciencias que eran objeto de la corporación que presidía, por tanto, consi-

deraba que la AMCEFN tenía “la obligación de procurar por todos los medios que estén a nuestro alcance, el desarrollo y el progreso de las ciencias en general, y muy especialmente de las que forman la base de nuestra institución” (Fernández Leal, 1897b: 183). Aunado a ello, el ingeniero recordó a los miembros de la Academia los objetivos por los que fue fundada la misma: 1) el adelanto, cultivo y propagación de las ciencias exactas, físicas y naturales; 2) sus trabajos ayudarían a rectificar errores, difundir conocimiento y despertar interés por las ciencias, y 3) actuar como cuerpo consultivo en materia de ciencia para autoridades y particulares. Esta última función de la AMCEFN era la que apelaba el ingeniero para que se discutiera la solución más eficaz a la complicada situación de las ciencias en el país y proponer un proyecto de modernización científica “siguiendo el ejemplo de las naciones en que se ha logrado alcanzar ese grado de adelanto”, de las que habló de forma individual más adelante (Fernández Leal, 1897b: 184).

Así mismo, Fernández Leal (1897b) mencionó los esfuerzos del país en cuanto a materia de educación e indicó que las escuelas normales para maestros y la ENP eran los grandes pilares en la formación de profesores del país, aunque señalaba que el plan de estudios preparatorio fue atacado por lo que la educación preparatoria a lo largo del territorio nacional no se encontraba a la altura a la que debiera estar (1897b: 186). Esto redundaba en que los profesores de educación superior eran quienes debían “luchar con todos los embarazos e inconvenientes que ofrecen los alumnos mal preparados para seguir una carrera profesional” (1897b: 186). Esta mención indica que al final del siglo XIX, los profesores de educación profesional tuvieron dificultades al intentar introducir en sus alumnos los conocimientos avanzados correspondientes a su carrera.

Fernández Leal (1897b) señaló que la Academia debía preocuparse por la educación de aquellos profesores que escribían los libros con los que habrían de estudiar las futuras generaciones. Por último, basado en el hecho de que era obligación del cuerpo de sabios no solo difundir el conocimiento, sino también su progreso, el ingeniero propuso a los socios que en las siguientes sesiones se perfeccionara el proyecto de concretar una futura universidad nacional:

Muy satisfecho quedaría, por otra parte, si consiguiera que la Academia, prescindiendo de la corrección del trabajo, no solamente le prestara su atención, sino que, acogiéndolo con algún interés, le diera forma, haciendo el asunto, que desde luego paso a exponer, objeto de su estudio y de su ilustrada consideración (1897b: 182).

Como ya se mencionó, en 1897 en los *Anuario de la AIAM* fue publicado el “Discurso inaugural del Concurso Científico Nacional de 1897”. Se trata de un texto en que el ingeniero, como ministro de Fomento, agradeció a la Academia Nacional de Jurisprudencia por haber reunido a las sociedades científicas del país en un solo evento al que calificó de primero en su tipo y, por tanto, único. El autor realizó un recuento histórico de las instituciones mexicanas de educación, mencionando desde la Real y Pontificia Universidad de México fundada en 1551, la Academia de las Nobles Artes de San Carlos de 1781 y el Seminario de Minas de 1792. Con respecto a los establecimientos de educación creados después de la lucha de independencia, Fernández Leal (1897a) expresó que los planteles de enseñanza “se multiplicaron en toda la extensión del territorio nacional, y la verdad es que todos los gobiernos, con más o menos intensidad y con más o menos buen éxito, pusieron empeño en difundir la instrucción en todos sus grados” (1897a: 254).

Sin embargo, la institución más relevante del siglo XIX, dijo Fernández Leal, fue la ENP por la forma en que fueron clasificadas las asignaturas en los diversos planes de estudios, de tal manera que las matemáticas quedaron como la base del conocimiento hasta llegar a la cúspide en donde se encontraba la lógica. Así:

la ciencia matemática que comprende los fenómenos más generales, los más sencillos y los más abstractos, como son los de número, los de extensión y los de movimiento, ocupó el primer lugar. Con arreglo a estos principios, el plan dio su colocación a las demás ciencias fundamentales, terminando con la lógica, que por esta clasificación vino así a merecer el título a que hacía tanto tiempo aspiraba, de ciencia de las ciencias (Fernández Leal, 1897a: 255).

Por otro lado, el ingeniero también lamentó que dicho plan de estudios tuvo numerosos detractores dentro del ámbito intelectual que lo mutilaron, sobre todo en las instituciones que lo habían reproducido al interior de la República, pero también festejó que la Academia de Jurisprudencia hubiera tenido la iniciativa de reunir a las sociedades científicas, ya que “las discusiones que provocó aquel plan, sirvieron en gran medida para despertar el mayor interés entre todos los hombres de estudio, especialmente sobre la clasificación que se hacía de las ciencias” (Fernández Leal, 1897a: 256).

La propuesta de la Academia de Jurisprudencia al convocar a las sociedades científicas a un concurso nacional fue la de establecer relaciones entre la ciencia

que se cultivaba dentro de su corporación y todas aquellas que eran objeto de estudio de las distintas agrupaciones que se presentaron a dicho evento. El cuerpo de juristas pretendía ir más allá de las especialidades de cada una de las corporaciones y establecer un rumbo fijo de progreso educativo del país. Fernández Leal concluyó su discurso pidiendo a todos los participantes que colaborasen de la mejor manera con las intenciones de la Academia convocante:

con esa misma intención y con la misma buena fe, y aunque sin prestigio ni título de alegar, os invito, señores, a que aplaudiendo el pensamiento de la Academia de Jurisprudencia, le prestéis todo el apoyo de vuestra ilustrada cooperación, contribuyendo a realizar una obra no solo evidentemente patriótica, sino de civilización y de progreso (Fernández Leal, 1897a: 265).

De los textos de Fernández Leal hasta aquí expuestos destacan dos aspectos importantes, en primer lugar, el hecho de que se trataba del ministro de Fomento hablando en persona a las sociedades científicas, y, en segundo, exhortar a los hombres de ciencia que conformaban esas corporaciones a realizar el trabajo para el cual se habían organizado: adelantar al país en términos de la educación científica con miras al “progreso” material.

Las propuestas sobre la profesionalización ingenieril

En cuanto a la profesionalización de la disciplina, no es sorprendente que este aspecto de la ingeniería nacional rondara en el pensamiento de Fernández Leal, dada su trayectoria docente y, posteriormente, como director de la ENI. Al respecto, en la hemerografía de finales del siglo XIX aparecieron textos del ingeniero sobre la renovación profesional de la ingeniería en México para un país que pretendía progresar a través del camino de la industrialización y el desarrollo de los medios de comunicación y transporte.

También en “La Universidad” el ingeniero expuso cómo era que las naciones a las que él consideraba más civilizadas habían atacado el mismo problema. Dio cuenta de los casos francés, español, ruso y estadounidense, teniendo como punto común el haber organizado su ciencia alrededor de universidades, lo que daba una mejor proyección del conocimiento científico en cuanto a su adelantamiento, cultivo y difusión. Así mismo, mencionó el proyecto de Justo Sierra

(1848-1912)² para establecer una Universidad en México en 1881,³ aunque aceptó no conocerlo a profundidad. Fernández Leal no refirió el proyecto universitario de Ezequiel Montes del mismo año (véase Garciadiego, 1996).

Fernández Leal aclaró que la idea de establecer una universidad de ningún modo se proponía pensando solamente en las ciencias naturales, físicas y exactas que concernían a la Academia, sino que también debían ser incluidas las ciencias sociales, ya que el principal objetivo de dicha universidad debía ser la formación de profesores para la educación preparatoria del país, que consideraba como el punto más vulnerable de la educación mexicana para ese tiempo (1897b: 187). El ingeniero consideró que el proyecto de creación de una universidad resultaba pertinente para ese momento y que dicha idea no era ajena a la Academia, la cual debía pensar en que el pueblo debía saber más allá que solo leer y escribir.

Con respecto al vínculo que se puede encontrar entre las sociedades científicas y la profesionalización de la ingeniería, se observa que en esta última se presentó de dos formas, en primer lugar, se encuentra que son las sociedades científicas las que tienen las tareas de generación y difusión de la ciencia y debían apoyar a las instituciones de educación superior. Esta idea quedó manifiesta en “La Universidad” cuando explicó las responsabilidades de la AMCEFN:

Citaré, por tanto, en primer lugar, el artículo 1º de nuestros estatutos, en el que establecemos como base de nuestra Asociación que ella tiene por objetivo el cultivo, adelantamiento y propagación de las ciencias exactas, físicas y naturales. Además, la Academia, como todas las asociaciones de su género, en el mundo civilizado, desempeñan un papel educador, sus trabajos, escuchados o leídos por el público, contribuirán a rectificar errores, a difundir conocimientos y despertar interés por el estudio de las ciencias (Fernández Leal, 1897b: 188).

Esto mientras no se contara con una institución mayor como una universidad que organizara la ciencia del país, por tanto, para el ingeniero era deber de las sociedades científicas difundir el conocimiento que generaban y adquirían

² Humanista y abogado fundador de la Universidad Nacional de México. Fue diputado del Congreso Nacional, subsecretario de Justicia e Instrucción Pública, secretario de Educación Pública y Bellas Artes, título con el que aprobó la educación primaria como nacional, laica y gratuita.

³ En 1910, la propuesta de Justo Sierra sobre la universidad englobaría la ENP, la Secundaria de Mujeres, las Escuelas de Bellas Artes, Comercio, Jurisprudencia, Ingenieros, Medicina, Normal y de Altos Estudios. La Universidad Nacional sería instituida en la capital del país y debía seguir la ideología positiva como base científica.

de sus relaciones con otras agrupaciones dentro y fuera del país. En segundo lugar, se encuentran las diversas comisiones encomendadas a las sociedades científicas para que se discutieran y trabajaran en el seno de las mismas cómo adelantar la educación de la ingeniería mexicana.

Dentro de la producción del ingeniero Fernández Leal se encuentra un texto que colocamos en esta categoría debido a que estuvo dedicado a la formación de ingenieros en el país, principalmente a los que estudiaban en la ENI: *Hidromensura o medida del agua en los diversos casos que puedan presentarse*. Es el único libro de Fernández Leal, publicado por la Oficina Tipográfica del Ministerio de Fomento en 1884. La obra fue resultado de la necesidad de que los futuros ingenieros contaran con una guía de apoyo para las clases de Topografía e Hidromensura en la ENI. Hubo una segunda edición en 1891.

El objetivo del ingeniero fue instruir a los estudiantes en el cálculo de la cantidad de agua en diversas situaciones a través de la hidráulica. En la obra se presentaron las nociones de hidráulica de la época, cuya definición fue: disciplina que “tiene por objeto el conocimiento de los fenómenos que presentan los fluidos en movimiento, y de las leyes que la naturaleza sigue en la producción de los fenómenos” (Fernández Leal, 1891: 1). El autor apuntó que el agua en movimiento se presentaba en cuatro situaciones distintas: 1) saliendo de un depósito; 2) corriendo en un lecho; 3) obrando como motor, y 4) en un estado pacífico elevado por máquinas.⁴ Así mismo, se especificó que serían las dos primeras situaciones las que serían el objeto de estudio para su obra: saliendo de un depósito y corriendo por un lecho, por interés de la ingeniería mexicana hacia la penúltima década del siglo XIX, lo cual nos habla de la prioridad que existía por adiestrar a los ingenieros mexicanos para que se encargasen de las obras públicas y no así de la industria, sector que se relegaba al privado.

El texto está conformado por cuatro apartados, de ellos los primeros dos se encargaron de generalidades, fórmulas y ejemplos, elementos necesarios para el estudio de las dos situaciones por abordar. El tercer apartado fue una combinación de los casos anteriores ocupándose del movimiento del agua en cañerías. El cuarto apartado de la obra recopiló las generalidades y las fórmulas de los tres apartados anteriores para su aplicación a la hidromensura. A lo largo de la obra, Fernández Leal explicitó las aplicaciones de la hidromensura, las cuales trataban principalmente de “la conducción y la distribución de aguas a una población, el

⁴ Estas cuatro situaciones en que se encontraba el agua en movimiento eran especificadas en el tratado de hidráulica de D'Aubuisson, en el cual Fernández Leal se basó para escribir *Hidromensura*.

abastecimiento de canales de navegación y de riego, la defensa de las poblaciones y de los campos contra las inundaciones, el desagüe y saneamiento de ciudades y comarcas enteras, [y] el aprovechamiento del agua como motor” (1891: 70). Se trata de las vías en que los ingenieros transformaban las ciudades y los campos con una nueva infraestructura orientada a la industria, el confort y el desarrollo inmobiliario.

Para el momento en que se publicó *Hidromensura*, acababa de entrar en vigor el plan de estudios para la ENI de 1883, en el cual cinco carreras contaban con la asignatura de Topografía e Hidromensura. Cabe señalar que ese año, Fernández Leal se encontraba separado de la ENI por una licencia para ejercer funciones como oficial mayor dentro del Ministerio de Fomento, por tanto, a falta de un especialista en la materia impartiendo la asignatura y tomando en cuenta que el ingeniero había tenido a su cargo dicha asignatura de 1867 a 1876, el entonces ministro de Fomento, el general Carlos Pacheco, solicitó a Fernández Leal que escribiera una obra que sirviera como guía para el estudio de la asignatura. El autor tomó los apuntes que pasaba a sus alumnos durante sus cursos y los mandó imprimir a las oficinas del Ministerio de Fomento dando como resultado su “obrita”, como él mismo la llamó (Fernández Leal, 1891: 111).

En 1891, con Manuel Fernández como ministro, el libro tuvo una segunda edición debido a que los ejemplares de la primera se habían agotado y seguía siendo de importancia para el estudio de la hidromensura. En la nueva edición, el ingeniero hizo actualizaciones a los apartados sobre el movimiento del agua en los canales y en la última sección dedicada a la hidromensura se aportó “más claridad y precisión a algunos de los conceptos” (Fernández Leal, 1891: 111). Esto revela el proceso de profesionalización de la ingeniería en el país como un proyecto de Estado.

Por último, en 1896 dentro de los *Anales de la AIAM* apareció “Plan de estudios profesionales para las diversas especialidades de la ingeniería”. El texto muestra el resultado de varias sesiones dentro de la agrupación, en las que se discutió un proyecto de nuevo plan de estudios para las distintas profesiones de la ingeniería, es decir, para las carreras que se impartían en la ENI, el cual suplantaría el entonces plan vigente de 1883.⁵ La tarea fue encomendada a la Asociación

⁵ En ese año fue promulgada una Ley de Instrucción Pública que transformó a la Escuela Especial de Ingenieros en Escuela Nacional de Ingenieros, considerándose las carreras de Ingeniero de minas y metalurgista; Ingeniero industrial; Ingeniero geógrafo; Ingeniero de caminos, puertos y canales; Ensayador y apartador de metales; Ingeniero topógrafo e hidrógrafo y Telegrafista.

en 1891, año en que Manuel Fernández Leal fue designado ministro de Fomento, quien envió el proyecto al entonces secretario de Justicia e Instrucción Pública, Joaquín Baranda, y eventualmente sería publicado como Ley de Enseñanza Profesional para Ingenieros de 1897.

El texto fue firmado por Fernández Leal como presidente de la AIAM, por tanto, es de suponerse que fungió como coordinador del proyecto y, por el hecho de fungir como ministro, puso el proyecto en manos de la asociación. El plan de estudios propuesto por la AIAM pretendió atacar una crisis al interior de la ENI, pues era amplia la deserción, y los pocos alumnos que lograban obtener un título no encontraban empleo fácilmente, debido a que la mayoría de las empresas eran de capital extranjero y los administradores consideraban que la formación de los ingenieros mexicanos era demasiado teórica y menos práctica, dando como resultado que “los puestos laborales propios de los ingenieros habían disminuido en los últimos años debido a la incursión y contratación cada vez mayor de personal extranjero” (Ramos, 2013: 163).

Destacan dos puntos que fueron tomados en cuenta por la Asociación al elaborar el plan de estudios, en primer lugar, debían renovarse los programas de los cursos, “desarrollados sistemáticamente” por los catedráticos, de tal modo, “que el plan a que están subordinados, no represente sino el extracto de su conjunto”, es decir, que las carreras en su conjunto debían contar con un tronco común de asignaturas y después fueran abordadas las asignaturas de especialización. Deberían tomar en cuenta dos fases: el “conjunto y el detalle” (Fernández Leal, 1896: 19-20). En segundo lugar, se hizo hincapié en que se tomarían en cuenta los elementos que el gobierno invertía en la enseñanza de la ingeniería, lo que se entiende como el hecho de que existía una importante inversión tanto monetaria como de infraestructura que el gobierno aportaba a la educación de la ingeniería en el país (Fernández Leal, 1896: 21).

En dicho plan de estudios quedaron contempladas siete carreras: Ensayador (dos años), Ingeniero topógrafo (dos años), Ingeniero geógrafo (cinco años), Ingeniero de construcciones civiles (5 años), Ingeniero industrial (cinco años), Ingeniero electricista (dos años) e Ingeniero de minas y metalurgista (seis años). Es necesario mencionar que para cada uno de los años de estudios de todas las carreras se especificaron dos o tres meses de prácticas de campo correspondientes a las asignaturas cursadas durante el año, lo que definió el nuevo carácter práctico que buscaba la ENI para contrarrestar su crisis. Así mismo, para las carreras de Ensayador y las seis ingenierías se especificaron las condiciones para presentar el examen profesional, las cuales constaban

principalmente de un informe crítico de las prácticas que se llevaron a cabo durante la carrera.

Con lo anterior no queda duda de que el plan de estudios formulado por la AIAM intentó superar una crisis en la ENI provocada por “la exclusión y el desplazamiento que sufrieron los ingenieros mexicanos por parte de las compañías extranjeras”, lo que fue una constante durante el porfiriato (Ramos, 2013: 195-196). En este sentido, Manuel Fernández Leal (1896) explicó lo siguiente para la propuesta del nuevo plan de estudios para las especialidades de la ingeniería:

La Asociación de Ingenieros y Arquitectos, que me honro en presidir, tuvo a bien ocuparse hace algún tiempo en buscar un plan de estudios para las diversas carreras de la ingeniería que, con los elementos que en la actualidad invierte nuestro gobierno en la enseñanza de dichas carreras, permitiera que los jóvenes que a ellas se dedican, adquiriera mejor educación científica y una suma de conocimientos teórico-prácticos más fructuosa que la que alcanzan en la actualidad (1896: 20).

En este caso, la necesidad generada en la ENI de contar con un plan de estudios más técnico que práctico se cristalizó gracias al ingeniero Fernández Leal, quien puso el proyecto en manos de los socios de la AIAM en 1891, quienes lo trabajaron dentro de sus sesiones a lo largo de tres años. Las sesiones dieron como resultado el plan publicado en los *Anales* en 1896 y discutido por la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública, el cual ya revisado por dicha Secretaría y el Poder Legislativo, terminó publicándose como la Ley de Estudios Profesionales para Ingenieros de 1897.

Las reflexiones sobre la traducción

A continuación revisaremos otro aspecto en las reflexiones del ingeniero Fernández Leal dentro de su producción hemerográfica, las traducciones que realizó de textos extranjeros y que tuvieron propósitos educativos. Hacia 1886, dentro del primer tomo de los *Anales de la AIAM*, fueron publicadas por el ingeniero Fernández Leal dos traducciones: “Vocabulario de términos técnicos en seis idiomas” y “Las matemáticas consideradas como instrumento científico y pedagógico”. El tomo en que fueron publicadas las traducciones, al ser el primero, rescató trabajos inéditos de la Asociación desde su fundación, por ello no puede decirse a

ciencia cierta los años en que fueron elaboradas, pero pueden ser ubicadas entre 1869, año de la fundación de la Asociación, y 1886, año en que fueron publicadas.

El ingeniero Fernández Leal, al igual que sus contemporáneos, vio en la traducción de textos una forma eficaz de transmitir conocimientos y abordar temas de interés de la comunidad de estudiantes y profesionales de la ingeniería mexicana. También se aprecia que las traducciones fueron empleadas con fines profesionalizantes antes de ser publicadas a manera de apuntes de clase sobre hidromensura.

En este apartado analizamos las dos traducciones relativas a los temas profesionalizantes. La primera de ellas hecha por Fernández Leal del inglés al español fue “Vocabulario de términos técnicos en seis idiomas”. La traducción estuvo relacionada con la propuesta del ingeniero mexicano a la AIAM acerca de la creación de una lista de términos técnicos de uso común en los diversos ramos de la ingeniería del país, lo que “uniformaría el idioma en ese punto, pues a todos consta que los ingenieros no usan siempre los mismos nombres para designar un procedimiento, una pieza de construcción, un instrumento, etcétera” (Fernández Leal, 1886b: 155). Se trata de un proyecto para normalizar el vocabulario especializado a partir de palabras españolas y en otras lenguas que se usaban en México en la enseñanza y la publicación de libros y revistas, así como en los congresos.

A pesar de que la propuesta de Fernández Leal fue aprobada por los miembros de la AIAM, no dio frutos inmediatos, por ello el ingeniero se dio a la tarea de traducir el prefacio del *Vocabulario de términos técnicos usados en el dibujo, manufactura y comercio de las construcciones de hierro*, escrito por el ingeniero civil británico Ewing Matheson (1840-1917).⁶ Aunque dicho libro se trataba de un vocabulario políglota en seis idiomas (inglés británico, francés, alemán, español, italiano e inglés americano) dirigido principalmente a comerciantes que se dedicaban a los materiales de la construcción con hierro, y con el propósito de acortar distancias lingüísticas entre las naciones europeas y americanas, el ingeniero Fernández Leal vio en esta obra un ejemplo de lo que podría ser el listado de términos técnicos propios de la ingeniería mexicana que solicitó se elaborara por la AIAM.

La traducción “Las matemáticas consideradas como instrumento científico y pedagógico” se trata de un discurso pronunciado en la Universidad Imperial de Moscú en el año de 1869 por el profesor de matemáticas Nikolái Bougaev

⁶ Ingeniero civil y empresario británico, participó en distintos proyectos de construcción en Londres como el puente del puerto de Weymouth, fue director de la Farnley Iron Co. Su principal interés fue la construcción de grandes edificios con acero estructural.

(1837-1903)⁷ en honor a su maestro el matemático ruso Zernov. En ese discurso, el profesor Bougaev reflexionó acerca de la situación de la enseñanza de las matemáticas en Rusia y señaló que habían alcanzado un lugar honroso dentro del sistema educativo, debido a los métodos que empleaban para buscar soluciones basadas en las “verdades racionales” con las que expresa sus resultados (Fernández Leal, 1886a: 416).

Así mismo, Bougaev expuso algunas consideraciones personales acerca de por qué las matemáticas debían ser la base de la enseñanza universal, tanto de las ciencias físicas (geometría, física, astronomía, etcétera), que buscaban para ese momento la exactitud en sus resultados por medio de la especulación, la observación y la experimentación, siendo necesarias las matemáticas dentro del proceso de especulación o deducción, como de las ciencias sociales (filosofía, psicología, etcétera), que si bien no podían estudiarse con base en las matemáticas —ya que tienen carácter subjetivo, lo que se anteponía al carácter objetivo de las matemáticas—, era la misma objetividad de los métodos (teoría, cálculo y resultado) la que daba independencia al razonamiento con respecto de la subjetividad del espíritu humano y permitía una mejor solución a diversos problemas de carácter moral, ya que “la fuerza educadora de los trabajos matemáticos, en la resolución de los diversos problemas, se manifiesta por el desarrollo que da a la independencia del razonamiento” (Fernández Leal, 1886a: 418).

Es probable que el ingeniero Fernández Leal apreciara en el discurso de Bougaev un elemento pedagógico sobre la importancia de las matemáticas en la educación en México. Vale la pena recordar que el ingeniero se desempeñó como profesor de matemáticas tanto en la ENI desde el año de 1867, así como en la ENP a partir de 1868, y que fue simpatizante del proyecto de educación científica de Gabino Barreda; por lo tanto, se puede decir que el ingeniero Manuel Fernández entendía la importancia de las matemáticas dentro de la educación nacional y como base de la educación positivista.

La situación era que los planes de estudios de diversos establecimientos entre los que se cuenta no solo a la ENP, sino a escuelas de educación superior como la ENI, habían sido impregnados por el positivismo, profesores incluidos. Por ello se puede decir que Fernández Leal encontró en el discurso de Bougaev un sustento teórico-filosófico que resaltaba la importancia de las matemáticas dentro de la educación de una nación y, por tanto, para su desarrollo.

⁷ Matemático ruso, presidente de la Sociedad Matemática de Moscú de 1891 a 1903, considerado fundador de la Escuela de Matemáticas de Moscú.

Conclusiones

La historiografía de la ciencia mexicana mantiene una tradición en el estudio de la ENI, desde sus orígenes dieciochescos hasta el inicio de la Revolución mexicana, en especial, en cuanto a la vertiente institucional y menos en cuanto al pensamiento y las propuestas educativas de los docentes y directivos, como el caso de Manuel Fernández Leal, y mucho menos sobre las discusiones que se exponían públicamente en la prensa.

Fernández Leal es un ejemplo de aquellos ingenieros porfirianos que se involucraron en la educación de nuevas generaciones de profesionales, tanto en la cátedra y la dirección como en el espacio público y las asociaciones. Entre las reflexiones del ingeniero para mejorar la ingeniería del país, destaca la necesidad de actualizar los conocimientos para mejorar la formación de los estudiantes, tal como lo demuestra con sus textos de apoyo al estudio de la ingeniería. Lo más importante es su preocupación durante la última década de la centuria por que los ingenieros mexicanos tuvieran protagonismo en la industrialización del país, dotándolos de una educación más práctica por medio de un nuevo plan de estudios para la ENI que estuviera al nivel de las empresas que desarrollaban la industria.

La educación profesional fue un eje central en las acciones y el pensamiento de Fernández Leal, quien la consideró de vital importancia para el desarrollo del país, tal como se puede entender en sus dos discursos publicados en 1897, de los cuales se puede rescatar dos ideas principales, por un lado, el hecho de que las sociedades científicas tenían una gran responsabilidad para con la nación en materia de educación, ya que, según Fernández Leal, tenían la tarea de generar y comunicar la ciencia mexicana; por otro lado, se tiene que para el ingeniero la organización de las ciencias y la cooperación entre ellas permitiría un mejor aprovechamiento de las mismas en la formación de nuevas generaciones que contribuyeran al “progreso” material de México.

En los escritos del ingeniero sobre la educación destacan sus aportes a la profesionalización educativa de la ingeniería mexicana a finales del siglo XIX. Este tipo de educación debía ser tanto teórica como práctica, sobre todo, actual y encaminada a resolver los problemas técnicos nacionales. Una buena educación daría a los ingenieros mexicanos protagonismo en la industria del país, lo que debería redundar en el progreso nacional.

En cuanto a los textos que Fernández Leal tradujo de otros idiomas al español para ser evaluados por la AIAM, se ejemplifica la forma en que se había abor-

dado en otros puntos del planeta problemas como homologar un vocabulario de términos técnicos para todas las áreas de la ingeniería. De acuerdo con esto, se puede decir que el ingeniero creía en la cooperación científica internacional y que el conocimiento positivo era universal, lo cual confirma su adhesión a múltiples sociedades científicas fuera del país. Sus traducciones estaban dirigidas a los profesionistas y los estudiantes del país.

Manuel Fernández Leal se propuso incidir en la discusión sobre la educación del futuro ingeniero mexicano, también procuró la cooperación de los círculos educativo, asociacionista e institucional de la ingeniería; con ello, si bien no fue creador de esta fórmula, encauzó el curso de la ingeniería nacional, al menos hasta la última década del siglo xix.

Más allá de las propuestas de Fernández Leal para mejorar la ingeniería, algunas se concretaron a largo plazo, por ejemplo, la fundación de la Universidad Nacional o la modernización de ciertas líneas de especialización docente. Además, para el inicio del siglo xx, en la comunidad ingenieril de México proliferaron las traducciones de textos científicos, las cuales requieren un análisis para evidenciar su impacto en las nuevas generaciones de profesionales.

Otras fuentes de interés que aún resta estudiar son las de archivo, con el objetivo de ampliar esta investigación a partir del desempeño docente y directivo de Fernández Leal en la ENI, lo cual complementará lo abordado con fuentes hemerográficas. También es necesario generar más investigaciones sobre el pensamiento educativo de otros docentes y directivos de la ENI.

Referencias

- Anónimo (1909). Muerte del Sr. Ingeniero D. Manuel Fernández Leal. *El Tiempo*, 26(8601), 2.
- Anónimo (1910). Lista nominal de los Profesores y Empleados de la Escuela Nacional Preparatoria el año de 1868. *Boletín de la Escuela Nacional Preparatoria*, 2(11), 207.
- Aragón, A. (1910a). Biografía del Sr. Ingeniero D. Manuel Fernández Leal. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México* (t. 17, pp. 219-236).
- Aragón, A. (1910b). Necrología. Fallecimiento del Sr. Ingeniero D. Manuel Fernández Leal. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México* (t. 17, pp. 237-240).
- Bazant, M. (1984). La enseñanza y la práctica de la ingeniería durante el Porfiriato. *Historia Mexicana*, 33(131), 254-297.
- Cuttica, C. (2015). Intellectual History. En J. D. Wright (ed.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 255-261). Elsevier. 10.1016/B978-0-08-097086-8.62118-9
- Domínguez, R. (2013). *La ingeniería civil en México 1900-1940. Análisis histórico de los factores de su desarrollo*. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Escamilla, O. (coord.) (2013). *200 años del Palacio de Minería. Su historia a partir de fuentes documentales*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fernández Leal, M. (1886a). Las matemáticas consideradas como instrumento científico y pedagógico. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México* (t. 1, pp. 393-427).
- Fernández Leal, M. (1886b). Vocabulario de términos técnicos en seis idiomas. Trad. del inglés. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México* (t. 1, pp. 155-185).
- Fernández Leal, M. (1891). *Hidromensura o medida del agua en los diversos casos que puedan presentarse*. Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Fernández Leal, M. (1896). Plan de estudios profesionales para las diversas especialidades de la Ingeniería, formado y aprobado por la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México* (t. 5, pp. 4-21).
- Fernández Leal, M. (1897a). Discurso inaugural del Concurso Científico Nacional de 1897. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México* (t. 6, pp. 251-266).
- Fernández Leal, M. (1897b). La Universidad. *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* (t. 3, pp. 181-199).
- Flores, G. (2022). *La producción del ingeniero Manuel Fernández Leal en la prensa mexicana del siglo XIX*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Flores Clair, E. (2009). El Colegio de Minería: una institución ilustrada en el siglo XVI novohispano. *Estudios de Historia Novohispana*, (20), 33-65. DOI: 10.22201/i-h.24486922e.1999.020.3492
- García Cubas, A. (1863). *Memoria para servir a la carta general de la República Mexicana*. Imprenta de Andrade y Escalante.
- Garcíadiego, J. (1996). *Rudos contra científicos: la Universidad Nacional durante la revolución mexicana*. El Colegio de México/Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, M. X. (2018). La historia intelectual. De ideas, conceptos y sociedades. *Signos Históricos*, 20(39), 8-23.
- Llanas, R. (2012). *Ingeniería en México, 400 años de historia*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez Martínez, A. (2002). *Anales de la Asociación de Ingenieros Civiles y Arquitectos de México*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramírez, C. (2020). *La ciencia de Newton y el arte de Justiniano: ingenieros, catastros y derechos de propiedad en el Distrito Federal (1895-1915)*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramos, M. de la P. (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 M. de la P. Ramos y R. Rodríguez (coords.), *Formación de ingenieros en el México del siglo XIX* (pp. 21-46). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramos, M. de la P. (2013). *Vicisitudes de la ingeniería en México (siglo XIX)*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramos, M. de la P. (2018). *La Escuela Nacional Preparatoria. Un sistema complejo adaptativo*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramos, M. de la P. y Saldaña, J. J. (2000). Del Colegio de Minería de México a la Escuela Nacional de Ingenieros. *Quipu*, 13(1), 105-126.

- Rosas, C. (2015). *La educación de médicos e ingenieros en la reforma educativa de la ciudad de México, 1833-1834*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ruiz, J. (1997). El método histórico en la investigación histórico-educativa. En A. Viñao y N. de Gabriel (coords.), *La investigación histórico-educativa: tendencias actuales* (pp. 131-202). Ronsel.
- Sánchez, J. (1879). Gacetilla. *El Combate. Periódico de Política, Variedades y Anuncios*, 4(646), 3.
- Sosa, F. (1910). *Elogio del Sr. ingeniero Don Manuel Fernández Leal. Discurso leído el 23 de julio de 1910 en la velada que para honrar su memoria celebraron la Escuela Nacional de Ingenieros y la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México en el salón de la Cámara de Diputados*. Imprenta de Arturo García Cubas, sucesores hermanos.
- Urbán, G. (2007). La creación de la carrera de Ingeniero agrónomo en México. En M. de la P. Ramos y R. Rodríguez (coords.), *Formación de ingenieros en el México del siglo XIX* (pp. 47-73). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vega y Ortega, R. y Flores, G. (2022). Un funcionario experto. La producción geográfica del ingeniero Manuel Fernández Leal, 1877-1911. *Investigaciones Geográficas*, (109), 1-14.