

Un funcionario experto. La producción geográfica del ingeniero Manuel Fernández Leal, 1877-1911

An expert official. The geographical production of engineer Manuel Fernandez Leal, 1877-1911

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

Recibido: 31/05/2022. Aprobado: 30/06/2022. Publicado: 29/07/2022.

Resumen. La influencia del ingeniero Fernández Leal en la geografía, además de su participación en algunas comisiones científicas, tuvo lugar en el Ministerio de Fomento como titular, además de director y catedrático de la Escuela Nacional de Ingenieros, y presidente y socio tanto de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México como de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. La mayoría de su obra científica se publicó a manera de artículos, discursos, informes y reflexiones, tanto en la prensa de amplio público como en las revistas especializadas. Debido a la gran cantidad de información que se tiene para el estudio de la vida y obra del ingeniero, esta investigación se ha limitado a sus textos publicados en la hemerografía, en donde quedó impresa su producción geográfica, pues se trataba del principal vehículo de comunicación de la ciencia en México y el mundo. Hay que precisar que se trata de publicaciones científicas, las cuales convocaban a un público especializado en la práctica geográfica, es decir, no se trata de prensa de amplio público.

El objetivo del artículo es examinar la producción geográfica de Fernández Leal como un ejemplo de la participación científica de los funcionarios expertos en el análisis y presentación de propuestas en torno a las problemáticas de interés público y gubernamental durante el porfiriato. La exploración geográfica del territorio nacional fue una práctica importante para el control político y el desarrollo

económico del país dentro de los objetivos de los diferentes gobiernos mexicanos del último tercio del siglo XIX. Ambos objetivos estuvieron relacionados con la geografía, topografía, hidrografía, geodesia, cartografía y meteorología para emprender el reconocimiento científico del país, situar los recursos naturales en cada región geográfica y el deslinde de terrenos baldíos que pudieran aprovecharse para desarrollar tanto las actividades agropecuarias como las industriales.

Retomamos la propuesta de Christopher M. Milroy (2017) acerca de considerar la figura del experto científico como un individuo calificado para tomar decisiones racionales sobre temas de interés social y gubernamental a partir de sus capacidades académicas. Los expertos al servicio del Estado formaron parte de las comunidades profesionales que mantenían ligas de interés con los gobiernos a través de su incorporación a las instituciones científicas, así como gran parte de su reputación se basaba en la construcción de la figura autoral en revistas y libros. Además de su desempeño como funcionarios estatales, los expertos conformaron un público especializado que consumía los impresos académicos tanto los patrocinados con recursos gubernamentales como los de editores privados para mantenerse actualizados en los temas públicos.

Fernández Leal es un ejemplo del científico mexicano que participó en la construcción de la figura del experto funcionario, pues su obra hemerográfica estuvo vinculada

* Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Interior s/n, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3333-3536>. Correo-e: rodrigo.vegayortega@hotmail.com

** Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Interior s/n, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5691-7537>. Correo-e: gefhi1968@gmail.com

con sus labores en el Ministerio de Fomento y la Escuela Nacional de Ingenieros (ENI), e incluso los temas abordados en la revista de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México (AIAM) hacen referencia a las preocupaciones gubernamentales sobre la exploración del país.

La pertinencia de estudiar la obra geográfica del ingeniero Fernández Leal radica en evidenciar cómo uno de los funcionarios expresó en la prensa especializada los temas que consideró relevantes en la discusión pública de la época. Por otro lado, el estudio de su producción geográfica nos permite dar cuenta de las inquietudes de una generación de expertos que impulsaron el proyecto modernizador porfiriano.

Los principales resultados evidencian que Fernández Leal es un ejemplo del científico mexicano que participó en la construcción de la figura del experto funcionario, pues su obra hemerográfica estuvo vinculada con sus labores en el Ministerio de Fomento y la Escuela Nacional de Ingenieros. El estudio de su producción geográfica nos permite dar cuenta de las inquietudes de una generación de expertos que impulsaron el proyecto modernizador porfiriano. Las conclusiones muestran que en el pensamiento de Fernández Leal existieron tres ejes: el reconocimiento de las regiones mexicanas de interés geopolítico, la reflexión sobre las capacidades económicas del territorio y la modernización de las actividades topográficas. Fernández Leal transitó como funcionario por los diversos gobiernos federales por sus capacidades científico-técnicas que lo distinguieron como un experto tanto en la práctica científica como en la administración de los recursos públicos.

El artículo se divide en dos secciones: “Preocupaciones gubernamentales y la práctica geográfica mexicana al final del siglo XIX y principios del XX” en que se contextualizan los escritos del ingeniero mexicano y “La producción geográfica del ingeniero Manuel Fernández Leal”, subdividida en el análisis de cada escrito. Al final se exponen las conclusiones.

Palabras clave: ciencia, territorio, agricultura, prensa, México.

Abstract. The influence of the engineer Fernández Leal in Geography, in addition to his participation in some scientific commissions, took place in his roles as head of the Ministry of Public Works, director and professor of the National School of Engineers, and president and member of the Mexican Association of Engineers and Architects and the Mexican Academy of Physical and Natural Sciences. Most of his scientific work was published as articles, speeches, reports, and reflections, both in the public press and in specialized journals. Given the large volume of available information to study the life and work of engineer Fernández, this work focused on his articles published in the hemerographic realm, where his geographical production was printed, being the main communication medium for science in Mexico and the world. It should be noted that these were scientific publications that brought together an audience specialized in geographical practice, rather than press articles targeting the general public.

The present article examines the geographical production of Fernández Leal as an example of the scientific participation of expert officials in the analysis and presentation of proposals on issues of public and government interest in Porfirio Díaz's times. The geographical exploration of Mexico was an important practice for the political control and economic development of the country within the objectives of the different Mexican governments during the last third of the 19th century. Both objectives were related to geography, topography, hydrography, geodesy, cartography and meteorology to undertake the scientific survey of the country, identify the natural resources of each geographical region, and detect badlands with potential for use in agricultural and industrial activities.

We adopted the proposal by Christopher M. Milroy (2017) about considering this scientific expert a professional with the qualifications to make decisions on issues of social and government interest based on his academic skills. Experts cooperating with the government were part of the professional communities that maintained links in topics of interest with governments through their incorporation into scientific institutions. Also, much of their reputation was based on their authorship of contributions in journals and books. In addition to their performance as state officials, these experts formed a specialized audience that consumed academic publications, both sponsored by public resources and those printed by private editors to stay up-to-date on public affairs.

Fernández Leal exemplifies the Mexican scientist who participated in the construction of the *expert officer* character because his hemerographic work was linked to his participation in the Ministry of Development and the National School of Engineers. Moreover, the issues addressed in the AIAM journal refer to government concerns about exploration in Mexico.

The relevance of studying the geographical work of the engineer Fernández Leal lies in showing how one official expressed, in specialized publications, the topics he deemed relevant in the public discussion of the time. On the other hand, the review of his geographical production attests to the concerns of a generation of experts who promoted the modernizing project of Porfirio Díaz.

The main findings show that Fernández Leal exemplifies a Mexican scientist who participated in the construction of the *expert officer* character, since his hemerographic work was linked to his participation in the Ministry of Development and the National School of Engineers. The study of his geographical production allows us to give an account of the concerns of a generation of experts who promoted the modernizing project of Porfirio Díaz. The conclusions show that Fernández Leal's thinking was guided by three axes: the recognition of Mexican regions of geopolitical interest, the reflection on the economic capacities of the territory, and the modernization of topographic activities. Fernández Leal worked as a government officer for several terms thanks to his scientific-technical skills as an expert in both scientific practice and the administration of public resources.

This article is divided into two sections: “Government concerns and the Mexican geographical practice in the

late 19th century and early 20th century”, which provides context to the writings of the Mexican engineer, and “The geographical production of the engineer Manuel Fernández Leal”, divided into sections that discuss each writing. The conclusions are outlined at the end.

Keywords: science, territory, agriculture, press, Mexico

INTRODUCCIÓN

Manuel Fernández Leal (1831-1909) fue un destacado ingeniero topógrafo e hidrógrafo para el desarrollo de la geografía mexicana durante el último tercio del siglo XIX y la primera década del siglo XX, debido a su influencia en los ámbitos gubernamental, educativo y asociacionista. A lo largo de su vida participó en diversas comisiones científicas de Estado como la delimitación de la frontera entre México y Estados Unidos en 1853, el estudio de la posibilidad de establecer un canal interoceánico en el istmo de Tehuantepec en 1871 y el viaje a Japón para observar el tránsito de Venus por el disco solar en 1874. En estas, el ingeniero demostró sus dotes como topógrafo y representan un fragmento de su aporte a la ciencia mexicana.

La influencia del ingeniero Fernández Leal en la geografía, además de su participación en algunas comisiones científicas, tuvo lugar en el Ministerio de Fomento como ministro, además de director y catedrático de la Escuela Nacional de Ingenieros (ENI), y presidente y socio tanto de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México (AIAM)

como de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. La mayoría de su obra científica se publicó a manera de artículos, discursos, informes y reflexiones, tanto en la prensa de amplio público como en las revistas especializadas. Debido a la gran cantidad de información que se tiene para el estudio de la vida y obra del ingeniero, esta investigación se ha limitado a sus textos publicados en la hemerografía, en donde quedó impresa su producción geográfica, pues se trataba del principal vehículo de comunicación de la ciencia en México y el mundo.¹ Hay que precisar que se trata de publicaciones científicas, las cuales convocaban a un público especializado en la práctica geográfica, es decir, no se trata de prensa de amplio público.

En la figura 1 se sintetiza la historiografía que alude a Fernández Leal.

En este panorama, no existe estudio alguno que centre su interés en la obra académica de Fernández Leal.

El análisis histórico de la práctica geográfica de este ingeniero se inscribe en la línea de investigación de la trayectoria individual en que destacan los estudios presentados en la figura 2.

En esta línea de investigación se inscribe el presente artículo al contribuir al estudio de la producción geográfica de Fernández Leal mediante su obra escrita. Es relevante indicar que este perteneció a la comunidad de ingenieros y mantuvo

¹ Un estudio biográfico sobre Fernández Leal que complementa esta investigación es Flores (2022).

| Periodo 1910-1919 | Periodo 1984-2022 |
|--|--|
| Aragón (1910) | Bazant (1984) alude a Fernández Leal como presidente de la AIAM, director de la ENI y ministro de Fomento. |
| Sosa (1910) | Ramos (2018) menciona a Fernández Leal como profesor de la ENI. |
| Aragón (1919) | Pérez (2002) señala al ingeniero como presidente de la AIAM. |
| | Moncada, Morelos y Escamilla (2022) aluden a Fernández Leal como un funcionario porfiriano. |
| Las tres semblanzas están basadas en recuerdos personales y de sus contemporáneos. | Ningún estudio analiza a Fernández Leal. Se trata de menciones con base en fuentes impresas y de archivo. |

Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Semblanza de Manuel Fernández Leal: dos momentos, 1910-1919 y 1984-2022.

| Geógrafos mexicanos | Estudios históricos |
|----------------------------|---|
| Miguel Constanzó | Moncada, 2010 |
| Diego García Conde | Moncada y Escamilla, 2016 |
| José Salazar Ilarregui | Tamayo, 2004; y Tamayo y Moncada, 2004 |
| Francisco Jiménez | Hewitt, 1992; y Tamayo, 2017 y 2018 |
| José María Pérez Hernández | Azuela, Gómez Rey y Vega y Ortega, 2014 |
| Antonio García Cubas | Mendoza, 2003; y Pichardo y Moncada, 2006 |
| Francisco Díaz Covarrubias | Mendoza, 2000 |
| Manuel Orozco y Berra | Perales, 2004 |
| Tomás del Moral | Flores, 2016 |
| Pedro C. Sánchez | Martínez, 1960; y Gómez Rey, 2021 |
| Joaquín Gallo | Gallo, 1982 |
| Ángel Bassols Batalla | Mendoza, 2017 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Historiografía de la geografía mexicana: las trayectorias individuales.

un vínculo académico con los amateurs a través del Ministerio de Fomento y otras instituciones. Se trata de una comunidad reducida, pero de gran actividad científica.

Las preguntas que guían la investigación son: ¿cuáles fueron las problemáticas geográficas que analizó Fernández Leal en la prensa?, ¿cuáles fueron las propuestas científicas que comunicó a sus pares académicos?, ¿cómo expresó su voz experta en la prensa en torno al territorio y los recursos naturales del país? y ¿por qué Fernández Leal se interesó en comunicar su análisis académico como funcionario del Ministerio de Fomento?

El objetivo del artículo es examinar la producción geográfica de Fernández Leal como un ejemplo de la participación científica de los funcionarios expertos en el análisis y presentación de propuestas en torno a las problemáticas de interés público y gubernamental durante el porfiriato. El ingeniero, a lo largo de su vida, produjo un total de nueve textos en revistas² reconocidas en el ámbito científico, de

los cuales tres hacen referencia a su práctica geográfica: “Informe sobre el reconocimiento del Istmo de Tehuantepec” (1877) en *Anales del Ministerio de Fomento*, “México como país agrícola” (1899b) en *El Arte y la Ciencia* e “Importancia de una buena configuración del terreno en las operaciones topográficas” (1911) en *Revista Positiva*. Se trata de una revista gubernamental y dos sustentadas por intelectuales porfirianos que presentaban contenidos especializados, entre ellos el científico, a un público selecto del país.³ Consideramos solo tres artículos para establecer la práctica geográfica de Fernández Leal dado que son las únicas evidencias que dejó de su quehacer profesional y los enmarcamos en el

Nacional de 1897” (1897a), “La Universidad” (1897b), “Legislación minera” (1899a), “La casa de moneda de México” (1902) y el libro *Hidromesura o medida del agua en los diversos casos que puedan presentarse. Precedido de las nociones indispensables de hidráulica* (1891a).

³ A pesar de las docenas de revistas que incluyeron escritos geográficos, analizamos estas tres porque son las únicas en que Fernández Leal publicó sus reflexiones sobre el territorio. Además, este abordó temas educativos y mineros en *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México* y *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*.

² Los otros textos son: “Producción de oro y plata en las principales naciones del mundo” (1886), “Plan de estudios profesionales para las diversas especialidades de la ingeniería” (1896), “Discurso inaugural del Concurso Científico

contexto de la comunidad científica mexicana en general y de los geógrafos en particular.

Retomamos la propuesta de Christopher M. Milroy (2017) acerca de considerar la figura del experto científico como un individuo calificado para tomar decisiones racionales sobre temas de interés social y gubernamental a partir de sus capacidades académicas. Los expertos al servicio del Estado formaron parte de las comunidades profesionales que mantenían ligas de interés con los gobiernos a través de su incorporación a las instituciones científicas, así como gran parte de su reputación se basaba en la construcción de la figura autoral en revistas y libros. Además de su desempeño como funcionarios estatales, los expertos conformaron un público especializado que consumía los impresos académicos, tanto los patrocinados con recursos gubernamentales como los de editores privados, para mantenerse actualizados en los temas públicos.

La pertinencia de estudiar la obra geográfica del ingeniero Fernández Leal radica en evidenciar cómo uno de los funcionarios expresó en la prensa especializada los temas que consideró relevantes en la discusión pública de la época. Por otro lado, el estudio de su producción geográfica nos permite dar cuenta de las inquietudes de una generación de expertos que impulsaron el proyecto modernizador porfiriano.

El artículo se divide en dos secciones: “Preocupaciones gubernamentales y la práctica geográfica mexicana al final del siglo XIX y principios del XX” en que se contextualizan los escritos del ingeniero mexicano y “La producción geográfica del ingeniero Manuel Fernández Leal” subdividida en el análisis de cada escrito. Al final se exponen las conclusiones.

PREOCUPACIONES GUBERNAMENTALES Y LA PRÁCTICA GEOGRÁFICA MEXICANA AL FINAL DEL SIGLO XIX Y PRINCIPIOS DEL XX

La práctica científica se desarrolló en el último tercio del siglo XIX al inicio del siglo XX, pues los proyectos modernizadores de los gobiernos

nacionales requirieron de un grupo de expertos en diferentes disciplinas con el propósito de llevar al país hacia el “progreso”. En particular, la geografía se afianzó mediante una plataforma institucional financiada por el gobierno federal con el Observatorio Astronómico Nacional (1876), el Observatorio Meteorológico Central (1877), la Comisión Geográfica Exploradora (1877), el Instituto Geológico (1882) y la Comisión Geodésica Mexicana (1899), entre otros espacios. Si bien los geógrafos profesionales en el porfirato fueron una pequeña comunidad, desde el punto de vista cuantitativo, esto no significa que su aporte cualitativo al reconocimiento del territorio nacional sea reducido o escaso de interés histórico.

Los geógrafos, particularmente los ingenieros, se incorporaron en calidad de expertos a una serie de exploraciones a nivel nacional y regional, cuyos propósitos fueron variados, así como produjeron una amplia cantidad de resultados científicos, ya fueran estudios sobre el territorio, el clima, la flora, la fauna y la geología de las regiones mexicanas, la delimitación de las fronteras internas y externas, y cartografía de todo tipo (Blanco y Moncada, 2011, p. 80). Por lo anterior, dentro del proyecto de construcción nacional de los gobiernos liberales, el reconocimiento del territorio estuvo vinculado con el estímulo de la producción económica, la colonización y la modernización de los medios de comunicación y transporte (véase Craib, 2013). En el marco de las instituciones señaladas, el Ministerio de Fomento fue el principal apoyo gubernamental para los practicantes de la geografía en sus secciones de colonización, industria, estadística, minería, cartografía, catastro, obras públicas, medios de comunicación, agricultura y archivo.

En el ámbito profesionalizante, la ENI formaba a los ingenieros que nutrieron de expertos a las asociaciones e instituciones. Además de la docencia, los catedráticos desarrollaron investigación en temas geográficos, topográficos, geodésicos, cartográficos, geológicos, astronómicos y meteorológicos que dieron a conocer en la prensa, libros y folletos (véase Ramos y Rodríguez, 2007).

Las asociaciones se encargaron de apoyar a los gobiernos liberales en proyectos de Estado como las obras públicas y las exploraciones del territorio,

mantener vigente el conocimiento científico, ya fuese por sus propios descubrimientos o los traídos de fuera del país. Durante el último tercio del siglo XIX, destacaron la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México, la Sociedad Científica “Antonio Alzate” y la Academia Mexicana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales.

Al final del porfiriato, la geografía mexicana alcanzó un mayor nivel de desarrollo respecto de la primera mitad del siglo XIX en términos cuantitativos, operativos e instrumentales a nivel nacional, gracias a los resultados de los practicantes de esta disciplina que laboraron en varias instituciones, dependencias gubernamentales, agrupaciones, escuelas profesionales y comisiones (Moncada, Escamilla, Guerrero y Meza, 1999).

LA PRODUCCIÓN GEOGRÁFICA DEL INGENIERO MANUEL FERNÁNDEZ LEAL

La exploración geográfica del territorio nacional fue una práctica importante para el control político y el desarrollo económico del país dentro de los objetivos de los diferentes gobiernos mexicanos del último tercio del siglo XIX. Ambos objetivos estuvieron relacionados con la geografía, topografía, hidrografía, geodesia, cartografía y meteorología para emprender el reconocimiento científico del país, situar los recursos naturales en cada región geográfica y el deslinde de terrenos baldíos que pudieran aprovecharse para desarrollar tanto las actividades agropecuarias como las industriales.

El istmo de Tehuantepec

El informe sobre el istmo de Tehuantepec fue resultado de la expedición científica establecida por el gobierno federal en octubre de 1870, compuesta por los ingenieros Manuel Fernández Leal y Agustín Barroso (?-1888) y el estudiante Guillermo Segura, como respuesta a la petición del capitán Robert W. Shufeldt (1850-1934), en calidad de jefe de la comisión estadounidense que examinaría la región para determinar si era propicio para la construcción de un canal que conectara a los océanos Pacífico y Atlántico.

El informe relativo a los resultados de la comisión está dividido en cuatro apartados, de los cuales el primero es una bitácora del itinerario de los comisionados y las incidencias que tuvieron para realizar el estudio de la región; la segunda parte trata de los resultados del estudio y la opinión experta sobre la viabilidad de la construcción del canal interoceánico; el tercero es un estudio realizado por el ingeniero Barroso sobre la geología del istmo; y el cuarto trata de las operaciones astronómicas y topográficas realizadas por Fernández Leal en distintos puntos clave de la región de Tehuantepec.

El capitán Shufeldt se dirigió al gobierno mexicano para “que un ingeniero acompañase a aquella comisión, tomase parte en sus trabajos y verificase sus resultados” (Fernández Leal, 1877, p. 187). Lo anterior estuvo en el contexto de la carrera imperialista que Estados Unidos emprendió durante la segunda mitad del siglo XIX para apropiarse de nuevos mercados y rutas comerciales para su creciente industria en franca rivalidad contra Gran Bretaña y Francia. En 1870, el Congreso estadounidense designó la primera Comisión del Canal Istmico, la cual realizó estudios en Nicaragua, Tehuantepec y Panamá con el objetivo de determinar la zona más viable para su construcción (véase Reyna, 1994).

Fernández Leal, Barroso y Segura partieron de la ciudad de México el 6 de diciembre de 1870 y regresaron el 22 de agosto de 1871. El recorrido se realizó desde Minatitlán (Veracruz) hasta el puerto de Salina Cruz (Oaxaca), estableciendo puntos estratégicos que permitieran la construcción del canal interoceánico, así como determinar las principales barreras orográficas que conforman la Sierra Madre del Sur y analizar las posibilidades de alimentar el canal con los ríos Coatzacoalcos, Chicapa y Ostuta. Fernández Leal comentó con respecto a las labores de la comisión:

trabajó incesantemente en el desempeño de su encargo, recorriendo el istmo en todas direcciones, explorando los ríos y lugares más importantes para el objeto del reconocimiento, y ejecutando operaciones científicas que, con las que hizo la comisión americana, servirán para resolver por lo menos algunos de los puntos capitales de la cuestión,

sobre la posibilidad de la construcción del canal (Fernández Leal, 1877, p. 207).

Con respecto a la cooperación de ambas comisiones, habría que decir que la mexicana sirvió de apoyo a la estadounidense porque de acuerdo con el texto de Fernández Leal, las diferencias de tecnología y logística eran considerables entre ambas, en tanto que la comisión extranjera comprendía dos compañías que avanzaban por tierra realizando estudios topográficos y dos buques de guerra situados en los extremos del istmo realizaban investigaciones hidrográficas. La comisión mexicana contaba con dos ingenieros y un estudiante para realizar los cálculos topográficos e hidrográficos, ayudados en ocasiones por los nativos de las localidades de donde partían para los puntos de estudio, realizando los cálculos la mayoría de las veces por separado Fernández Leal, Barroso y Segura. La comisión estadounidense había arribado a Tehuantepec dos meses antes (noviembre de 1870), por lo que a la llegada de la comisión mexicana (enero de 1871), los extranjeros ya habían realizado la mayor parte del estudio, así como avanzaban de forma continua “porque pensaban hacer el reconocimiento del istmo de Nicaragua el mismo año” (Fernández Leal, 1877, p. 190).

Dadas las diferencias mencionadas entre ambas comisiones con base en el escrito de Fernández Leal, los ingenieros mexicanos resolvieron trabajar de forma separada de los estadounidenses, ya que como lo expresó el ingeniero mexicano, “poca ayuda le hubiéramos prestado en sus trabajos porque contaban con un personal bastante numeroso para ejecutarlos, y hubiéramos estado en la inacción, presenciando solamente las operaciones” (Fernández Leal, 1877, 193). Más aún, con las dificultades contra las que tuvo que lidiar la comisión mexicana, como de logística, recursos, clima, etc., el viaje para el estudio del istmo fue aprovechado por los ingenieros mexicanos para establecer las coordenadas y alturas de distintas localidades dentro de la región de Tehuantepec. Al respecto, Fernández Leal comentó: “Al mismo tiempo que iba a observar los ángulos en cada vértice trigonométrico, configuraba desde él el terreno

inmediato y tomaba algunas vistas que acompañan al informe, y que servirán para dar una idea más clara de las localidades” (Fernández Leal, 1877, p. 203). Esta es una muestra de las actividades que los comisionados emprendieron *in situ* como parte de la práctica científica local que derivó en el mayor conocimiento de una región geoestratégica del país para la comunidad académica mexicana y la élite política, aunque los estadounidenses generaron su propia información.

La comisión mexicana estableció las posiciones geográficas de los puntos más significativos del istmo: Salina Cruz, La Venta, Minatitlán, El Súchil, Primer campo en el Ostuta, Segundo campo en el Ostuta, Rancho de Piedra Grande y Rancho de Sacre. Estos datos se sumaron al dato relativo a las alturas sobre el nivel del mar de noventa y siete localidades y una explicación de las operaciones topográficas realizadas en el tercer apartado del informe dedicado a los aspectos técnicos de la comisión. Estos datos fueron la base de la *Carta de reconocimiento del Istmo de Tehuantepec formada para la apertura de un canal interoceánico* (1871), misma que fue incluida en el informe. Se trata de una carta geográfica que ubica las principales localidades de la región, así como el trazo de la ruta por la cual debería correr la posible construcción del canal interoceánico. Además, el ingeniero advirtió:

que la parte de ella que merece más confianza es la del sur, tanto porque fue la que más recorrimos, como porque en ella ejecutamos la mayor parte y lo mejor de nuestros trabajos. Se notarán allí muchos nuevos puntos que no constan en las cartas anteriores, así como las correcciones hechas a las posiciones de otros, en virtud de nuestras observaciones (Fernández Leal, 1877, p. 298).

La cita hace referencia a dos cuestiones, en primer lugar, las dificultades que tuvo la comisión mexicana para explorar el norte del istmo por lo agreste del terreno y la falta de caminos, y, en segundo lugar, la cooperación con la comisión estadounidense, que apoyó a la mexicana con parte de sus instrumentos, personal y resultados científicos preliminares, así como la revisión de las coordenadas geográficas generadas en 1842 por Cayetano

Moro y José de Garay (véase Moro, 1844). Dada la capacidad experta de Fernández Leal probada en comisiones anteriores, los datos fueron corregidos y registrados en el tercer apartado del informe, mismos que sirvieron de apoyo al gobierno mexicano para ubicar con precisión varios puntos estratégicos en el sur del istmo, así como aquellos del norte que fue imposible establecer presencialmente por la falta de recursos (Fernández Leal, 1877, p. 304).

Las conclusiones científicas de ambas comisiones fueron positivas para la viabilidad de la construcción de un canal interoceánico “sí, además de no encontrar dificultades extraordinarias en el terreno que hiciesen exagerado el costo de su primer establecimiento, cuenta con el agua necesaria para su alimentación” (Fernández Leal, 1877, p. 213). El canal fue trazado por la comisión mexicana desde Minatitlán hasta Salina Cruz, recorriendo poco más de 250 kilómetros de longitud total, y 186 de vía artificial, con unos 400 metros de pendiente y contrapendiente, la principal fuente hidráulica era el río Coatzacoalcos. Así, Fernández Leal propuso al gobierno federal aprovechar el caudal de uno de los principales ríos de la región.

La importancia del informe radica en que se trata del primer texto del ingeniero en que dio cuenta de su quehacer experto, la forma en que practicaba la topografía y la exploración geográfica, así como las descripciones de las operaciones técnicas que el autor realizaba al establecer una coordenada geográfica o la altura de alguna localidad. Se puede dar cuenta de la pericia del ingeniero en la práctica topográfica, hidrográfica y orográfica, así como del uso de instrumentos de medición para el efecto, tal y como se advierte en la siguiente cita en la que se describe una triangulación topográfica:

La medición se practicó cuidadosamente con una cinta de acero de diez metros de longitud, llevándola a una tensión constante por medio de dos dinamómetros y señalando sus extremos con líneas de lápiz sobre las cabezas de gruesas estacas cónicas de madera, clavadas sólidamente en el suelo. Dos veces se midió la línea, y hechas las correcciones por la longitud de la cinta y por la dilatación del metal, que era allí indispensable llevar en cuenta, por la elevada temperatura que adquiriría la cinta a

ciertas horas del día, se obtuvo como primer resultado para el tamaño de esa línea 166^m919, y como segundo 168^m942 (Fernández Leal, 1877, p. 291).

Como producto de la comisión se publicó en 1871 una carta de reconocimiento del istmo, la cual puede consultarse en la liga añadida en la bibliografía. Habrá que mencionar que hacia el año de 1879 se llevó a cabo una convención en París a la que asistieron representantes de veintidós países en que “discutieron ampliamente sobre las probables rutas en Tehuantepec, Nicaragua y Panamá y sus variantes”, y se concluyó que la tercera era la más viable para la construcción del canal (López Cerezo, 2014, p. 53).

La capacidad agrícola del territorio

En el artículo “Méjico como país agrícola”, Fernández Leal reflexionó acerca de las capacidades productivas del territorio. En principio, el ingeniero mencionó las virtudes agrícolas que presentaban las regiones mexicanas con base en el conocimiento geográfico, si bien era reconocido como un país de tradición minera, el hecho de contar con una gran extensión territorial, así como su composición orográfica y la variedad de climas, hacían “susceptible a nuestro país de una producción agrícola tan grande en cantidad como variada en calidad” (Fernández Leal, 1899b, p. 185). Se trata de un tópico en el discurso territorial mexicano en que los científicos consideraban que el país presentaba una vasta e incomparable capacidad del suelo mexicano para la producción agrícola de casi cualquier especie vegetal.

Más allá de la importancia del estudio del clima y el suelo de México, Fernández Leal reconoció que la agricultura se encontraba en una fase de desarrollo a la que denominó “infancia agrícola”, es decir, que el país no había sido adecuadamente explotado con respecto a su capacidad de producción, lo que redundaba en que las exportaciones agrícolas que debían ser de grandes proporciones fuesen escasas en la realidad, pues “ni la relación de la extensión cultivada con la cultivable, ni los procedimientos adoptados para el cultivo, ni la maquinaria, ni el instrumental usado en los campos, ni los procedimientos de beneficio y preparación de ciertos

productos agrícolas, son en general satisfactorios” (Fernández Leal, 1899a, p. 185). El ingeniero mencionó que las causas de este atraso agrícola eran resultado de varios factores económicos, administrativos, sociales, políticos y financieros, pero consideraba que el factor que impedía el desarrollo de la agricultura nacional era la ausencia de un estudio pormenorizado sobre las particularidades de cada región, ya que impedía al propietario de la tierra tener acceso a la tecnología necesaria para cultivar de forma correcta su propiedad al desconocer las características del suelo, así como la orografía lo privaba de vías de comunicación eficientes para transportar sus productos y de sistemas correctos de irrigación “y ni el agricultor ni los gobiernos han estado, hasta hoy, en posibilidad de enmendar esa falta de la naturaleza” (Fernández Leal, 1899a, p. 186). Se trata de una crítica hacia la deficiente infraestructura del Estado y los capitalistas, así como una reflexión basada en la información científica que llegaba al Ministerio de Fomento. Fernández Leal se encontraba en una situación privilegiada como ministro al tener a su disposición los datos recabados por el personal científico para después generar una propuesta crítica como funcionario experto del gobierno porfirista.

Respecto de los pueblos indígenas, el ingeniero expresó que habían quedado estancados en sus tradiciones, pues su saber popular se limitaba a “tirar la semilla y esperar que germine; desconoce casi por completo la preparación de las tierras, el uso de abonos; no ha visto ni sabe cultivar e ignora que existen otros productos, por remuneradores que sean, que los que de padres a hijos ha visto sembrar y cosechar” (Fernández Leal, 1899a, p. 186). Fernández Leal consideró que esto se debía a que el campesinado era el sector poblacional más alejado del conocimiento científico, así como era renuente a recibir el auxilio experto de los agentes del Ministerio de Fomento. Este era el aspecto principal del “atraso” agrícola de las comunidades indígenas y su rezago de la producción intensiva de agroexportación que promovía la política económica federal.

Por lo antes expuesto, Fernández Leal (1899a) concluyó que al igual que sucedió con la minería, cuyo proceso de crecimiento tuvo sus bases no solo

en lo fiscal, lo financiero y lo que a infraestructura respectaba, sino que se dio de la mano de adelantos científicos (metalurgia, ingeniería, mecánica y química), era necesario repensar a la agricultura, ya que “para alcanzar el progreso agrícola no basta vencer resistencias, de las que las principales han sido creadas por la naturaleza y la rutina, sino que hay que favorecer la adquisición de las fuerzas indispensables: la ciencia, los brazos, el capital y las obras hidráulicas” (p. 186). Aquí se aprecia cómo para el ingeniero hacía falta introducir a la producción agrícola nacional en la gama de adelantos científicos finiseculares, al igual que atraer el capital y promover las obras de infraestructura necesarias para que este sector representara un factor de desarrollo para el país (véase Sunyer, 2007).

En el artículo es notable que el autor llamó la atención del público sobre la creación de nuevas políticas en cuanto al sector agrícola nacional basadas en la ciencia. El ingeniero recaló el potencial del país para la agricultura señalando que el campo debía ser explotado racionalmente, con énfasis en los conocimientos geográfico, meteorológico y naturalista, y así se equipararía con la minería como factor económico, en especial en los estados del sureste que carecían de yacimientos. Por esta razón, Fernández Leal hizo un llamado tanto al gobierno como a los científicos de la época a interesarse en el adelanto del sector agrícola, posiblemente con la intención de que se presentara un proyecto de ley agraria que regulara y maximizara la producción del campo a semejanza de la reglamentación minera (véase Fernández Leal, 1891).

Las operaciones topográficas

A dos años del fallecimiento del ingeniero Manuel Fernández en 1909 y como tributo intelectual, Agustín Aragón (1870-1954)⁴ publicó en 1911 en la *Revista Positiva* un texto inédito del exministro de Fomento intitulado “Importancia de una buena configuración del terreno en las operaciones topográficas”. En este, Fernández Leal describió la forma de realizar un levantamiento topográfico

⁴ Aragón se desempeñó como ingeniero topógrafo e hidrógrafo. También fue miembro de las sociedades de Ingenieros y Arquitectos de México y la “Antonio Alzate”.

desde su perspectiva como funcionario experto para solucionar algunas problemáticas a las que se enfrentaban los ingenieros de Fomento *in situ*. Cabe señalar que el texto no fue concluido por el autor.

Aunque la publicación del texto fue en 1911, debe ubicarse dentro de su época al servicio del Ministerio de Fomento, pues como comentó Aragón en una nota al pie del texto: “Múltiples y continuas atenciones le impidieron llevarlo a término” (Fernández Leal, 1911, p. 466). Puede deducirse que uno de los alicientes que motivó al ingeniero a producir este texto es el hecho de los resultados obtenidos después de promulgada la *Ley de terrenos baldíos* de 1894, que en su *Reglamento para los procedimientos administrativos* pedía el envío al Ministerio de Fomento de los planos de los levantamientos topográficos de cada terreno deslindado, además de que

los planos se han de dibujar con limpieza y corrección, en papel fuerte para su conservación del documento, pudiendo sacarse los duplicados y triplicados en lienzo de calca. Las escalas serán siempre decimales y proporcionadas a la extensión superficial del terreno. Conforme lo requiere la ley sobre medidas de tierras, se han de consignar también en los planos la longitud de los lados, la amplitud de los ángulos, la declinación magnética de la aguja, la superficie en hectár[e]as y las colindancias del terreno (Fernández Leal, 1894, p. 12).

Estas recomendaciones se debieron a que varios planos para el deslinde de terrenos baldíos solían llegar al Ministerio incompletos o con errores, por lo que fue un asunto que motivó la producción de este texto y podría ubicarse después de 1894. Fernández Leal se propuso guiar a los ingenieros del país en la generación de productos cartográficos de interés gubernamental. La crítica del ministro se dirigió a los topógrafos e hidrógrafos egresados de la ENI, quienes estudiaban una profesión técnica de menor duración que los ingenieros geógrafos.

El texto, según comentó Aragón, fue escrito para presentarlo ante la AIAM y está dividido en dos partes. En la primera se encuentran las “consideraciones generales” del tema a abordar, en ella Fernández Leal hizo la observación de que los

levantamientos topográficos cada vez eran menos detallistas, solo plasmaban las características más visibles del terreno y no daban la importancia que merecían a las fallas del suelo o las corrientes de un río. El ministro censuró que la parte más importante del plano, la que se refiere “a la configuración del terreno o se suprime por completo o se hace figurar de una manera tan imperfecta y defectuosa que, en muchos casos, puede considerarse hasta perjudicial” (Fernández Leal, 1911, p. 420). Esto debido a que una representación errónea del terreno podría terminar en catástrofe al momento de levantar una construcción, ya fuera un puente, una casa o un edificio público.

Fernández Leal explicó que un plano sobre la configuración de un predio debía ser de gran valor para su propietario, ya que le daría una idea certera del valor y la manera más factible de explotar los recursos que en este pudiera haber (minerales) o generar (agricultura). Del mismo modo, el ingeniero criticó que los planos de minas se limitaban a señalar los límites de las pertenencias y que los planos que se levantaban para la construcción de vías férreas, carreteras o canales, “se reducen a dar la idea de la configuración del terreno, en una zona estrecha que corresponde a la que han abrazado las nivelaciones para los perfiles longitudinales y transversales” (Fernández Leal, 1911, p. 423). El autor añadió que las más de las veces los planos se iban trazando conforme al avance de las obras “dando esto por resultado que con el tiempo haya necesidad de cambiar los trazos y abandonar algunas obras, con la pérdida consiguiente del dinero gastado en todos esos trabajos” (Fernández Leal, 1911, p. 424). Como ejemplo de lo anterior, el autor mencionó el desagüe del Valle de México por la urgencia que el gobierno tenía de la obra. Fernández Leal fue crítico con una de las obras emblemáticas del gobierno federal, la cual sirvió de ejemplo negativo sobre la improvisación de las obras ingenieriles.

En la segunda parte del texto denominada “Algunas ideas sobre la enseñanza de la topografía”, el ingeniero hizo un llamado a la reconfiguración de su enseñanza en la ENI, tal vez preocupado por el hecho de que comenzó a observar una relajación en el ejercicio de la profesión, pero más aún, por las situaciones de abandono de varios proyectos

y la pérdida de recursos públicos. Al respecto el ingeniero comentó:

Sin necesidad de mencionar casos particulares, todos conocemos varios acueductos, presas, y tramos de ferrocarriles o de canales abandonados, o que ha habido y habrá que modificar radicalmente, y ojalá que estas obras perdidas sirviesen de ejemplo saludable, para evitar en lo que adelante la práctica viciosa de proyectar y trazar sobre el terreno mismo lo que debiera haberse estudiado y trazado primero sobre el plano (Fernández Leal, 1911, p. 424).

El ingeniero hizo un llamado a sus colegas del país, tomando en cuenta que el texto sería leído a los miembros de la AIAM, para fomentar los estudios topográficos desde la instrucción profesional e incluso en la primaria a través del énfasis en la enseñanza de asignaturas como la geografía “por la que aprenden los niños, antes de pasar a las cartas geográficas”, los nombres de los accidentes de la superficie terrestre, así como el dibujo “no menos esencial para la buena enseñanza y para la adquisición de los conocimientos topográficos” generales como un saber elemental (Fernández Leal, 1911, p. 465). Para el autor, la práctica geográfica no se reducía a las actividades profesionales, sino que se requería apuntalar su enseñanza desde la educación primaria para que cualquier persona fuera capaz de leer un mapa, croquis o plano, por ejemplo, el de su propiedad rústica o inmueble.

Fernández Leal expuso la importancia de la ciencia en el desarrollo del país y que la forma más efectiva de propagar era la instrucción en distintos niveles. Lo que se aprecia en “Importancia de una buena configuración del terreno” es que Fernández Leal también reflexionó sobre los medios para lograr la educación científica, ya que más allá de ejercer como profesor de la ENI o ministro, se dio a la tarea de presentar una crítica acerca de la aplicación de la topografía y evidenció los problemas que en su experiencia entorpecían su práctica topográfica y su idea de cómo debería ser la correcta formación de un profesional de la ciencia. La preocupación del autor por mejorar la enseñanza profesional también se aprecia en “Plan de estudios profesionales para las diversas especialidades de la

Ingeniería” (1896) en que comentó en general los cambios que a su juicio deberían implementarse sin detenerse en cada profesión como la ingeniería topográfica e hidrográfica.

CONCLUSIONES

Después del análisis de la práctica geográfica del ingeniero Fernández Leal concluimos que en su pensamiento existieron tres ejes: el reconocimiento de las regiones mexicanas de interés geopolítico, la reflexión sobre las capacidades económicas del territorio, en este caso las agrícolas, y la modernización de las actividades topográficas para los profesionales.

Fernández Leal transitó como funcionario por los diversos gobiernos federales del último tercio del siglo XIX e inicios del XX por sus capacidades científico-técnicas que lo distinguieron como un experto tanto en la práctica científica como en la administración de los recursos públicos, así como uno de los líderes de la comunidad de ingenieros mexicanos.

En cuanto al reconocimiento geográfico del país, el ingeniero dejó plasmado en tres textos los aspectos prácticos y teóricos de cómo debía ser el reconocimiento de un espacio geográfico, señalando que desde el momento en que se hacía el estudio topográfico había que tomar en cuenta la configuración del suelo, los recursos que albergaba y la importancia geopolítica. Esto evitaría en gran medida el abandono de proyectos de infraestructura que eran dejados de lado una vez que los ingenieros enfrentaban problemas imprevistos.

Manuel Fernández Leal dejó plasmado en los tres textos un aspecto importante de su profesión. En el informe sobre el istmo de Tehuantepec se evidencia el aspecto práctico, mismo que podemos observar en informes de las distintas comisiones en las que participó a lo largo de su vida, y en este caso se aprecia su quehacer científico respondiendo a una cuestión de Estado.

Uno de los aspectos notorios en los textos de Fernández Leal es la promoción del debate público sobre temas de interés gubernamental. Tal es el caso de “México como país agrícola” en que el autor

puso a discusión el tema de legislar la explotación de los recursos agrícolas del país. De igual manera, la formación de nuevas generaciones de ingenieros fue una preocupación constante como se aprecia en sus reflexiones sobre las operaciones topográficas y su relevancia en los ámbitos gubernamental, económico, profesional y social.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento realizado por el proyecto DGAPA-PAPIIT, UNAM con clave IN301122.

REFERENCIAS

- Aragón, A. (1910). Necrología. Fallecimiento del Sr. Ingeniero D. Manuel Fernández Leal. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, 17, 237-240.
- Aragón, A. (1919). Biografía del Sr. Ingeniero D. Manuel Fernández Leal. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, 17, 219-236.
- Azuela, L. F. (2003). La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, la organización de la ciencia y la construcción del país en el siglo XIX. *Investigaciones Geográficas*, 52, 153-166.
- Azuela, L. F., Gómez Rey, P. y Vega y Ortega, R. (2014). El conocimiento del territorio mexicano en la obra de José María Pérez Hernández. En C. Lértora (Coord.), *Territorio, Recursos Naturales y Ambiente: hacia una historia comparada. Estudio a través de Argentina, México, Costa Rica, Haití, Paraguay, Uruguay y Venezuela 2* (pp. 395-414). Buenos Aires: Fundación para el Estudio del Pensamiento Argentino e Iberoamericano.
- Bazant, M. (1984). La enseñanza y la práctica de la ingeniería durante el Porfiriato. *Historia Mexicana*, 33(3), 254-297.
- Blanco, M., y Moncada, O. (2011). El Ministerio de Fomento, impulsor del estudio y el reconocimiento del territorio mexicano (1877-1898). *Investigaciones Geográficas*, 74, 74-91.
- Comisión Mexicana de Reconocimiento del Istmo de Tehuantepec. (1871). Carta de reconocimiento del Istmo de Tehuantepec / Formada para la apertura de un Canal Interoceánico Por la Comisión mexicana nombrada al efecto [Material cartográfico]. 1:500.000. En *Biblioteca Digital del Patrimonio Iberoamericano*. <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000017990>
- Craib, R. (2013). *México cartográfico: una historia de límites fijos y paisajes fugitivos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fernández Leal, M. (1877). Informe sobre el reconocimiento del Istmo de Tehuantepec. *Anales del Ministerio de Fomento*, 3, 187-330.
- Fernández Leal, M. (1886). Producción de oro y plata en las principales naciones del mundo. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, 1, 85-90.
- Fernández Leal, M. (1891a). *Hidromesura o medida del agua en los diversos casos que puedan presentarse*. México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Fernández Leal, M. (1891b). *Ley minera de los Estados Unidos Mexicanos*. México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Fernández Leal, M. (1894). *Reglamento para los procedimientos administrativos en materia de terrenos baldíos y nacionales, excedencias y demasías*. México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Fernández Leal, M. (1896). Plan de estudios profesionales para las diversas especialidades de la Ingeniería. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, 5, 4-21.
- Fernández Leal, M. (1897a). Discurso inaugural del Concurso Científico Nacional de 1897. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, 6, 251-266.
- Fernández Leal, M. (1897b). La Universidad. *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 3, 181-199.
- Fernández Leal, M. (1899a). Legislación minera. *El Arte y la Ciencia*, 1(7), 107-109, 122-125 y 155-157.
- Fernández Leal, M. (1899b). México como país agrícola. *El Arte y la Ciencia*, 1(12), 185-186.
- Fernández Leal, M. (1902). La Casa de Moneda de México. *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, 10, 282-289.
- Fernández Leal, M. (1911). Importancia de una buena configuración del terreno en las operaciones topográficas. *Revista Positiva*, 11(136), 420-427.
- Flores, G. (2022). *La producción del ingeniero Manuel Fernández Leal en la prensa mexicana del siglo XIX* (Tesis de Licenciatura). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Flores, M. A. (2016). Tomás Ramón del Moral, un prestigiado sabio del siglo XIX: su contribución a la cartografía mexicana. *Contribuciones desde Coatepec*, (31), 45-74.
- Gallo, J. (1982). *El ingeniero Joaquín Gallo Monterrubio: astrónomo, universitario y hombre cabal*. México: Libros de México.
- Gómez Rey, P. (2012). *Las redes de colaboración en la construcción del campo disciplinario de la Geografía en la Universidad Nacional Autónoma de México, 1912-*

1960. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gómez Rey, P. (2014). Los escenarios del interior de la República Mexicana: las geografías estatales. En L. F. Azuela y R. Vega (Coord.), *Espacios y prácticas de la Geografía y la Historia Natural de México (1821-1940)* (pp. 151-171). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gómez Rey, P. (2021). La Carta General de la República: instituciones, científicos y funcionarios, 1833-1934. En L. F. Azuela y R. Vega (Coord.), *La geografía y la historia natural en México. Producción de conocimientos y aplicaciones tecnocientíficas, 1795-1934* (pp. 193-214). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hewitt, H. P. (1992). El deseo de cubrir el honor nacional. Francisco Jiménez and the Survey of the Mexico-United States Boundary, 1849-1857. En UNAM (Comp.), *La ciudad y el campo, en la historia de México* (pp. 709-719). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- López Cerezo, J. A. (2014). *El canal de Panamá: una perspectiva histórica y social*. Madrid: Catarata.
- Martínez, C. (1960). *Semblanza científica del ingeniero Pedro C. Sánchez: conferencia leída el 29 de noviembre de 1956 por Federico Peña Aguirre en la sesión de homenaje a Pedro C. Sánchez*. México: Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística.
- Mendoza, H. (2000). Francisco Díaz Covarrubias, 1833-1889. En P. H. Armstrong y G. Martin (Ed.), *Geographers. Bibliographical Studies 19* (pp. 16-26). New York: Bloomsbury.
- Mendoza, H. (2001). Los ingenieros geógrafos de México. Los orígenes académicos y los desafíos del siglo XIX. *Terra Brasilis*, 3, 1-13. DOI: <https://doi.org/10.4000/terrabrasilis.339>
- Mendoza, H. (2003). Antonio García Cubas, 1832-1912. En P. H. Armstrong y G. Martin (Ed.), *Geographers. Bibliographical Studies 22* (pp. 91-98). New York: Bloomsbury.
- Mendoza, H. (2017). Ángel Bassols Batalla y la renovación de la geografía mexicana. *Terra Brasilis*, 9, 1-12. DOI: <https://doi.org/10.4000/terrabrasilis.2307>
- Milroy, C. M. (2017). A Brief History of the Expert Witness. *Academic Forensic Pathology*, 7(4), 516-526.
- Moncada, O. (1999). La profesionalización de la geografía mexicana durante el siglo XIX. *Ería*, (48), 63-74.
- Moncada, O. (2004). La obra de los ingenieros geógrafos mexicanos (1846-1950). *Llull*, 27(58), 95-116.
- Moncada, O. (2010). Miguel Constanzó y el conocimiento y la representación de California (1767-1770). En F. de Oliveira y H. Mendoza (Coords.), *Mapas de la Mitad del Mundo, la cartografía y la construcción territorial de los espacios americanos, siglos XVI al XIX* (pp. 227-246). Lisboa/México: Universidade de Lisboa/Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moncada, O. (2018). La cartografía de los ingenieros militares. Instrumento para el conocimiento del territorio. *Revista de Geografía Norte Grande*, (69), 9-31.
- Moncada, O. y Escamilla, I. (2016). Diego García Conde, un militar español en la transición al México Independiente. *Revista de Indias*, 76(267), 449-480.
- Moncada, O., Escamilla, I., Guerrero, G. y Meza, M. (1999). *Bibliografía geográfica mexicana: la obra de los ingenieros geógrafos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moncada, O., Morelos, L. y Escamilla, I. (2022). *El Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio: Estudios territoriales (1853-1911)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moro, C. (1844). *Reconocimiento del Istmo de Tehuantepec, practicado en los años 1842 y 1843, con el objeto de una comunicación oceánica, por la comisión científica que nombró al efecto el empresario D. J. de Garay*. México: Imprenta de Vicente García Torres.
- Perales, O. (2004). *Ciencia, poder y territorio en el segundo imperio. La división territorial de Manuel Orozco y Berra, 1865-1867: Divisiones administrativas y políticas* (Tesis de Licenciatura). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez, A. (2002). *Anales de la Asociación de Ingenieros Civiles y Arquitectos de México* (Tesis de Licenciatura). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pichardo, H. y Moncada, O. (2006). La labor geográfica de Antonio García Cubas en el Ministerio de Hacienda, 1868-1876. *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, (31), 83-107.
- Ramos, M. de la P. (2018). *La Escuela Nacional Preparatoria. Un sistema complejo adaptativo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramos, M. de la P., y Rigoberto Rodríguez (coord.) (2007). *Formación de ingenieros en el México del siglo XIX*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Reyna, L. (1994). Los istmos centroamericanos: Nicaragua, Panamá y Tehuantepec. *Dimensión Antropológica*, 2(1), 71-94.
- 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*. México: Imprenta de Arturo García Cubas.
- Sunyer, P. (2007). Noticias del territorio. La agricultura en México, 1821- 1873. En E. Ribera Carbó, H. Mendoza y P. Sunyer (Eds.), *La integración del territorio en una idea de Estado. México y Brasil, 1821-*

- 1946 (pp. 26-52). México: Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora.
- Tamayo, L. M. (2003). Una experiencia científica. Ingenieros geógrafos en la frontera norte 1849-1855. En V. Berdoulay y H. Mendoza (Coord.), *Unidad y diversidad del pensamiento geográfico en el mundo, retos y perspectivas* (pp. 131-146). México: Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto Nacional de Estadística y Geografía/Unión Geográfica Internacional.
- Tamayo, L. M. (2004). José Salazar Ilarregui, personaje central de la Comisión de Límites Mexicana (1849-1857) y dos de sus colaboradores, Francisco Jiménez y Agustín Díaz". En M. L. Rodríguez Sala (Coord.), *Del estamento ocupacional a la comunidad científica: astrónomos-astrólogos e ingenieros (siglos XVII al XIX)* (pp. 215-242). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tamayo, L. M. (2017). Francisco Jiménez y el conocimiento geográfico en el siglo XIX. En L. M. Pérez Castellanos y Z. Melchor (Coords.), *Pasado, presente y futuro de la ciencia en México* (pp. 52-66). Tonalá: Universidad de Guadalajara.
- Tamayo, L. M. (2018). Comunicación y generación del saber geográfico en el siglo XIX. Francisco Jiménez y el *Boletín de la SMGE. Investigaciones Geográficas*, (95), 1-18.
- Tamayo, L. M. y Moncada, O. (2004). José Salazar Ilarregui 1823-1892. En P. H. Armstrong y G. Martin (Eds.), *Geographers. Biobibliographical Studies 23* (pp. 116-125). New York: Bloomsbury.
- Vega y Ortega, R. y Sabás, A. L. (2011). Geografía e Historia Natural en las revistas de México, 1820-1860. En L. F. Azuela y R. Vega (Coords.), *La geografía y las ciencias naturales en el siglo XIX mexicano* (pp. 51-80). México: Universidad Nacional Autónoma de México.