

# Geografía, geodesia y cartografía en las revistas de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1895-1909\*

*Geography, Geodesy and Cartography in the journals of the Mexican Academy of Exact, Physical and Natural Sciences, 1895-1909*

RODRIGO ANTONIO VEGA Y ORTEGA BAEZ\*\*

Recepción: 19 de abril de 2021

ISSN (impreso): 1665-8973

Aceptación: 11 de agosto de 2021

ISSN (digital): en trámite

DOI: 10.25009/urhsc.v0i39.2718

## *Resumen:*

La Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales publicó entre 1895 y 1909 dos revistas que en total dieron a conocer cuarenta y cinco investigaciones de sus miembros. El objetivo del artículo es examinar la práctica geográfica, geodésica y cartográfica efectuada por los miembros de la Academia. La metodología retoma la historia de la prensa científica para entender a la Academia como un nodo de la red de ingenieros ubicados en diversas posiciones del gobierno federal, por lo cual se toman en cuenta las estrategias que pusieron en práctica entre 1895 y 1909. Los autores fueron los ingenieros Felipe Valle, Mariano Bárcena, José Narciso Rovirosa, José Guadalupe Aguilera y Manuel Moreno y Anda. La Academia desde el inicio se mostró como el cuerpo consultivo oficial ante los gobiernos federal y estatales a través de sus recomendaciones técnicas publicadas en sus órganos periódicos.

\* Esta investigación es parte del proyecto PAPIIT IN 302519: “Científicos, empresarios y funcionarios en la construcción del conocimiento y su aplicación práctica en México (1815-1940)”. Responsable: Dra. Luz Fernanda Azuela, Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

\*\* Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, e-mail: rodrigovega@filos.unam.mx.



*Palabras clave:* Prensa, geografía, cartografía, geodesia, Porfiriato.

*Abstract:*

The Mexican Academy of Exact, Physical and Natural Sciences issued two journals between 1895 and 1909 that published forty-five investigations of its members in total. The objective of this article is to examine the geography, geodesy and cartography practiced by the Academy's members. The methodology reviews the history of the scientific press to understand the Academy as a node in the network of engineers located in various federal government positions, taking into account the strategies that they put into practice between 1895 and 1909. The authors were the engineers Felipe Valle, Mariano Bárcena, José Narciso Roviroso, José Guadalupe Aguilera and Manuel Moreno y Anda. From its origins the Academy acted as the official advisory body to the federal and state governments through its technical recommendations published in their periodicals.

*Key words:* Press, Geography, Cartography, Geodesy, Porfiriato.

## INTRODUCCIÓN

LA ACADEMIA MEXICANA de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (AMCEFN), Correspondiente de la de Madrid, es una de las corporaciones científicas menos conocidas en la historiografía de la ciencia nacional. En ésta se desarrollaron diversos estudios geográficos, naturalistas, cartográficos, médicos, geodésicos, farmacéuticos, geológicos, astronómicos, físicos, químicos e ingenieriles, durante el periodo 1895-1909. Sus miembros fueron científicos de gran renombre en la época, tanto de la Ciudad de México como de los estados, de los cuales se conoce poco acerca de su dinámica al interior de la AMCEFN. Hasta el momento sólo se tiene constancia de las actividades de la corporación en el lapso indicado, aunque podrían alargarse hasta el periodo revolucionario mediante distintas fuentes históricas. Esta cuestión requiere una investigación aparte.

El objetivo del artículo es examinar el tipo de práctica geográfica, geodésica y cartográfica puesta en marcha por parte de los miembros de la AMCEFN en cuanto a la necesidad de modernizar el reconocimiento exacto

del territorio nacional, un anhelo presente en la comunidad científica desde 1824. La metodología retoma las propuestas de la historia de la prensa científica para comprender cómo los académicos publicitaron sus investigaciones y los resultados de la producción de conocimiento sobre el territorio mexicano, de acuerdo con James Secord.<sup>1</sup> Para Alex Csiszar, la revista científica al final del siglo XIX se convirtió en un referente académico nacional y mundial para identificar a los autores como expertos calificados “en los temas relevantes del conocimiento” entre sus pares académicos de cada país y el mundo.<sup>2</sup> De acuerdo con Melinda Baldwin, las revistas académicas fueron uno de los principales medios públicos “en el establecimiento del hombre de ciencia como categoría intelectual”, al dar a conocer resultados de investigaciones originales y respuestas a las problemáticas de su época.<sup>3</sup>

La AMCEFN publicó entre 1895 y 1909 dos revistas que en total dieron a conocer cuarenta y cinco investigaciones de sus miembros: *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (1895-1899) y *Anales de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (1903-1909). Las dos revistas abarcaron la geografía, la geodesia y la cartografía como parte de las discusiones de los académicos con un total de seis artículos divididos de la siguiente manera: cartografía (1), geodesia (1) y geografía (4). Los académicos que practicaron la geodesia, la cartografía y la geografía fueron los ingenieros Jerónimo Baturoni, Felipe Valle, Mariano Bárcena, José Narciso Rovirosa, Guillermo Beltrán y Puga, Manuel E. Pastrana, José Guadalupe Aguilera y Manuel Moreno y Anda. Esto revela cómo los ingenieros se apropiaron de las tres ciencias dentro de la AMCEFN. Este trabajo se centra en dicha triada, porque representa el interés del gobierno federal por concluir el reconocimiento certero del territorio mexicano mediante la reunión de los principales especialistas de varias partes del país, y en que participe México en los proyectos globales de medición del globo terráqueo. Las dos revistas mencionadas muestran los resultados de investigación de estos autores.

<sup>1</sup> SECORD, 2004, p. 656.

<sup>2</sup> CSISZAR, 2018, p. 3.

<sup>3</sup> BALDWIN, 2015, p. 75.

La relevancia de la investigación radica en que esta Academia ha sido escasamente analizada como un actor relevante en la práctica geográfica, geodésica y cartográfica de México. Tampoco ha sido examinada en la historiografía de la ciencia mexicana y mucho menos se han estudiado sus publicaciones periódicas, a pesar de que la corporación representó un esfuerzo del gobierno porfiriano por centralizar la actividad científica del país, así como sumar a México en la iniciativa panhispanista de establecer una academia corresponsal de la matritense. El proceso de centralizar la actividad científica mexicana se refiere a que la AMCEFN funcionaría como un polo académico al coordinar la producción de conocimiento sobre el territorio y la naturaleza del país en función de las necesidades del gobierno federal y a partir de las investigaciones de cada académico. Hasta entonces, el gobierno federal mantenía cierta injerencia en las agrupaciones científicas, puesto que no dependían directamente de éste, aunque en ocasiones recibían estipendios, pero su fundación y estructura recaían enteramente en los miembros, a diferencia de la AMCEFN, cuyos trabajos científicos dependían por completo del financiamiento gubernamental; por ello el desempeño de la corporación se encontraba bajo la directriz de la Secretaría de Fomento, instancia del gobierno federal que delineaba sus actividades científicas.

Hasta ahora, la historiografía de la práctica geográfica, geodésica y cartográfica en el Porfiriato se compone de estudios acerca de: la educación profesional en la Escuela Nacional de Ingenieros y en los planes de estudio de instrucción primaria; el desarrollo de la Comisión Geográfico-Exploradora y la Comisión Geodésica Mexicana; la fundación de los observatorios astronómicos, meteorológicos y magnéticos en varias ciudades del país; las actividades de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística; la elaboración de cartas, mapas, atlas y portulanos en las escalas nacional, estatal y municipal; las biografías de Antonio García Cubas y Manuel Orozco y Berra, entre otros.<sup>4</sup> Los resultados de los estudios de dichos espacios de producción científica presentan similitudes con las

<sup>4</sup> Los principales estudiosos de dichos temas son: Luz Fernanda Azuela, Patricia Gómez Rey, Héctor Mendoza, Omar Moncada, Luz María Tamayo, Hugo Pichardo, Raymond B. Craib, Irma Escamilla y Claudia Morales.

actividades de la AMCEF N y sus revistas, así como sobre sus protagonistas, sobre todo los ingenieros. Sin embargo, como se comentó, esta última presenta la característica de centralizar la investigación a través de un selecto grupo de científicos designados por el Poder Ejecutivo en el marco del panhispanismo.

## LA ACADEMIA MEXICANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES, 1894-1905

La fundación de la AMCEF N fue resultado de la política cultural española finisecular que buscaba restablecer los viejos lazos con sus antiguas colonias mediante el arte, la literatura, las humanidades y la ciencia.<sup>5</sup> A mediados de 1893, Daniel de Cortázar, miembro de la Real Academia Española de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, se dirigió al ingeniero Mariano Bárcena, director del Observatorio Meteorológico Central de México, con el propósito de invitar al gobierno porfiriano a instalar una academia correspondiente de la madrileña. Hasta el 9 de noviembre de 1894, el gobierno mexicano respondió positivamente, por lo que se iniciaron los trabajos de instalación de la futura AMCEF N, como dependencia de la Secretaría de Fomento. El 24 de noviembre tuvo lugar la inauguración de la Academia, “dando entrada a una corporación que estrechó los vínculos de México con los de la antigua España”.<sup>6</sup> A partir de entonces, la AMCEF N inició actividades científicas, varias de las cuales se dieron a conocer en sus dos revistas.

En las publicaciones periódicas de la corporación existen documentos relativos a su desarrollo interno a través de actas de sesiones, informes bianuales, reseñas y reportes, listados de socios y reglamentos.<sup>7</sup> Gran parte de las actas fueron firmadas por el ingeniero Mariano Bárcena, secretario perpetuo entre 1894 y 1899, y el médico Jesús Sánchez (1842-

<sup>5</sup> SEPÚLVEDA, 2005, p. 34.

<sup>6</sup> ACADEMIA MEXICANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES (en adelante AMCFN), 1894, pp. 12-15.

<sup>7</sup> En el Archivo General de la Nación se encuentran documentos relativos a las actividades de la AMCEF N, los cuales por el momento no se encuentran disponibles para la consulta pública, de ahí que las dos revistas de la corporación sean la fuente primaria para conocer su proceso de fundación.

1911), secretario entre 1900 y 1909. La inauguración de la Academia quedó registrada en el “Acta número 1” fechada el 24 de noviembre. El acto inició a las 7 de la noche en el Salón de Recepciones de la Secretaría de Fomento, con la presencia del presidente Porfirio Díaz, el ingeniero Manuel Fernández Leal (1831-1909), secretario de Fomento y, por tanto, presidente de la Academia, más la “asistencia de honorables personajes de la política, de las ciencias y de las letras”.<sup>8</sup>

Hasta 1896 se publicó el Reglamento de la AMCEF, elaborado por Manuel María Villada y Miguel Pérez, con el cual se organizó la vida interna de la institución. El artículo 1º especifica que la corporación tendría por propósito el “cultivo, adelantamiento y propagación de las ciencias [Exactas, Físicas y Naturales], quedando en consecuencia dividida en tres secciones correspondientes a cada una de ellas”.<sup>9</sup> En 1896, las tres secciones quedaron formadas de la siguiente manera: Ciencias Exactas (ingenieros Manuel Fernández Leal, Ángel Anguiano, Leandro Fernández, Miguel Pérez y Manuel Ramírez), Ciencias Físicas (ingenieros Gilberto Crespo, Ángel Anguiano, José Joaquín Arriaga, Miguel Pérez, Felipe Valle, profesores Andrés Almaraz y José Donaciano Morales, y médico Fernando Altamirano) y Ciencias Naturales (ingenieros José Joaquín Arriaga, Mariano Bárcena y Gilberto Crespo, médicos Manuel María Villada, José Ramírez, Fernando Altamirano, Manuel Urbina y Jesús Sánchez).<sup>10</sup> Es notorio que la mayoría de los académicos sean ingenieros (10),<sup>11</sup> seguidos de los médicos (5) y farmacéuticos (2). Se trata de las tres profesiones con mayor tradición y recursos económicos en el país.

El artículo 2º manifiesta que la Academia se compondría de dos clases de académicos: numerarios y corresponsales. Para ser numerario se requería una trayectoria destacada en cualquiera de las secciones de la AMCEF. Los académicos numerarios serían 24, incluyendo a los fundadores. Cada académico corresponsal representaría a un estado o territorio más el Distrito Federal. Para ingresar a la AMCEF, ambos tipos de miembros

<sup>8</sup> BÁRCENA, 1896e, p. 71.

<sup>9</sup> AMCEF, 1896, p. 11.

<sup>10</sup> BÁRCENA, 1896a, p. 207.

<sup>11</sup> Los ingenieros en la época abarcaban las profesiones de ingeniería de minas, ingeniería geográfica, ingeniería industrial, ingeniería eléctrica, ingeniería de caminos, puertos y canales, e ingeniería civil.

debían presentar un trabajo científico inédito.<sup>12</sup> La corporación al concebirse como un órgano científico del Estado mexicano, requería de la representación territorial del país mediante un académico, con lo cual el gobierno porfiriano reconocía públicamente a las comunidades científicas estatales.

De acuerdo con el artículo 6º, para el funcionamiento de la Academia se establecía una Junta Directiva compuesta de un presidente, un vicepresidente, un secretario general, un prosecretario y un tesorero. El secretario de Fomento se consideraría siempre como presidente honorario. La elección de funcionarios se verificaría en la última sesión del año entre los académicos de número.<sup>13</sup> Esta estructura era común en las academias de la época. Las actas expresan la dinámica de las sesiones mensuales, por ejemplo, sobre temas geográficos, Bárcena, en el “Acta. Número 2. Sesión del día 3 de febrero de 1896”, indica que Jerónimo Baturoni, académico corresponsal de Veracruz, había presentado un trabajo acerca de los huracanes de las Antillas y el Golfo de México, el cual se publicó en los *Anales*.<sup>14</sup> En la “Sesión del día 6 de julio de 1896”, Bárcena leyó su trabajo intitulado “Datos sobre las lluvias en el Valle de México”.<sup>15</sup> En la “Reseña acerca de los trabajos de la Academia durante el bienio de 1896 y 1897” se enlistaron las memorias científicas presentadas. Aquellas de temas geográfico, geodésico y cartográfico son las siguientes para 1896: “Grado de aproximación en las medidas Geodésicas”, por Ángel Anguiano, más las señaladas de Bárcena y Baturoni.<sup>16</sup> En el año de 1897 se presentaron: “Reformas importantes en los Observatorios Meteorológicos del país”, por Guillermo Beltrán y Puga, y “La Hidrografía del Sur-Este de México y sus relaciones con los vientos y las lluvias”, por José Narciso Roviroso.<sup>17</sup>

En la “Reseña presentada en la sesión del 16 de febrero de 1903” (1905), se dieron a conocer las memorias presentadas entre 1900 y 1903. Las de tema geográfico, geodésico y cartográfico son las siguientes: “Mi primer estudio en la Comisión Geodésica” (1900), por Ángel Anguiano;

<sup>12</sup> AMCFEN, 1896, p. 12.

<sup>13</sup> AMCFEN, 1896, p. 12.

<sup>14</sup> BÁRCENA, 1896b, p. 208.

<sup>15</sup> BÁRCENA, 1896d, p. 215.

<sup>16</sup> BÁRCENA, 1898, p. 11.

<sup>17</sup> BÁRCENA, 1898, p. 12.

“Las ciencias exactas, físicas y naturales consideradas en su coordinación y en sus métodos” (1901), por Porfirio Parra, y “La distribución de la lluvia en la República” (1901), por Guillermo Beltrán y Puga.<sup>18</sup> Tanto las listas como las actas revelan las distintas memorias leídas entre 1895 y 1909, la mayoría de las cuales no se publicó en las revistas de la AMCEFEN, pero es posible que tras una búsqueda pormenorizada en la prensa científica de la época se localicen las faltantes.

Cabe señalar que la AMCEFEN fue parte del proyecto modernizador del presidente Porfirio Díaz, basado en el apoyo a la ciencia con el objetivo de aprovechar de manera racional los recursos naturales y determinar las características del territorio. En el periodo de esta investigación, la AMCEFEN convivió con los señalados centros de investigación geográfica, geodésica y cartográfica como la Escuela Nacional de Ingenieros, la Comisión Geográfico-Exploradora, la red de observatorios astronómicos, meteorológicos y magnéticos, la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística y la Sociedad Científica “Antonio Alzate”.<sup>19</sup> De hecho, los académicos también formaron parte de estos centros de investigación científica.

## ESTUDIOS GEOGRÁFICOS

La geografía se incorporó en la sección de Ciencias Físicas, pues en la época se entendía como una disciplina orientada al examen del territorio nacional y de manera secundaria al estudio de los aspectos sociales. Al interior de la AMCEFEN, sus practicantes eran ingenieros, quienes publicaron en las dos revistas informes, monografías y propuestas de utilidad social. El primer estudio geográfico publicado fue del ingeniero Mariano Bárcena bajo el título de “Tema de estudio presentado en el Congreso de las Asociaciones Científicas Metropolitanas” (1895). El título original presentado en el Congreso fue “Las ciencias naturales pueden facilitar varias indicaciones en la investigación de señales dudosas o pérdidas, sobre los límites de la propiedad”.

<sup>18</sup> SÁNCHEZ, 1905, p. 145.

<sup>19</sup> Al respecto, véase AZUELA, 2003, p. 159.

Se trata de una propuesta relativa a las aplicaciones de las ciencias geográficas en las investigaciones jurídicas, en particular sobre las analogías entre las leyes naturales “y aquellas a que la ciencia del derecho ha venido amoldando sus reglas y sus métodos”.<sup>20</sup> El caso práctico expuesto por Bárcena está centrado en los auxilios que la geografía prestaba en las controversias jurídicas sobre los límites de la propiedad, aunque a primera vista ambas disciplinas “parecían del todo extrañas entre sí”.<sup>21</sup> Fue un tema de interés público que requería de soluciones objetivas, racionales y científicas para aconsejar a los jueces sobre estos temas. La propuesta de Bárcena se inscribe en el proceso de cientificación del derecho para transitar de la casuística y el empirismo a la conformación de una ciencia social basada en el método positivo.

Bárcena consideraba que la geografía era la ciencia “más apropiada para este género” de soluciones jurídicas en cuanto a deducir las condiciones de compatibilidad o incompatibilidad que existían en los puntos de ubicación de las propiedades públicas y privadas en litigio y valorar científicamente las evidencias presentadas por las partes en disputa.<sup>22</sup> El académico pensaba que las prácticas para la delimitación de las propiedades por medio de la ciencia servirían para aplicarse en los estudios antropológicos y arqueológicos de interés nacional, pues “las huellas que el hombre ha dejado de su existencia, su industria y de sus hogares en épocas remotas, han sido interpretadas cronológicamente por medio de la geografía [...] y ayudados con algunas observaciones topográficas propias de la comarca donde esas investigaciones se efectuaren”.<sup>23</sup> La disertación de Bárcena indica cómo al final del siglo se fue conformando la geografía social en México al tender lazos epistémicos con el derecho, la arqueología y la antropología, pero a partir de los estudios físicos del territorio. Esto enmarcado en el proceso de demarcación de las ciencias sociales en términos de su metodología y de su utilidad para relacionarse con las ciencias físicas.

En primer lugar, para el académico, la delimitación de las propiedades rurales tomaba en cuenta los límites naturales establecidos a partir de las

<sup>20</sup> BÁRCENA, 1895, p. 41.

<sup>21</sup> BÁRCENA, 1895, p. 41.

<sup>22</sup> BÁRCENA, 1895, p. 42.

<sup>23</sup> BÁRCENA, 1895, p. 44.

costas y riberas de los mares, lagos y corrientes de agua; los accidentes terrestres por relieve o depresión, como las cordilleras, montañas, cerros, colinas, barrancas y *talwegs* de los valles; las rocas de gran tamaño dispersas en el campo o las cumbres de los cerros, y las selvas, manglares, bosques y matorrales.<sup>24</sup> El estudio del medio físico, incluyendo la vegetación, resultaba un elemento importante para el litigio de propiedades entre particulares, comunidades y corporaciones públicas, pues fue una constante que los accidentes del territorio fungieran como límites visibles para los propietarios. Sin embargo, no se trataba de límites perennes, ya que los cuerpos de agua cambian de forma y volumen, lo mismo que las masas vegetales, y a largo plazo la erosión provoca cambios en la orografía.

En segundo lugar estaban los límites artificiales, por ejemplo, los edificios, las mojoneras, las cercas o paredes, las puertas, los maderos, los montes de piedras y otros objetos colocados por el ser humano sobre el terreno. En tercer lugar, los límites casuales, sobre todo los caminos, las veredas y su cruzamiento; el lugar donde se hallaba establecido algún comercio, y sitios frecuentados por el ganado y otros animales.<sup>25</sup> Este tipo de límites también eran campo del geógrafo, pues servían para delimitar las propiedades y muchas veces habían sido obra de los ingenieros, como el caso de los caminos.

En cuarto lugar estaban los límites matemáticos. Éstos se establecían por medidas geodésicas, topográficas y astronómicas. Sus extremos o puntos de partida se referían a algunos de los límites de las secciones precedentes.<sup>26</sup> En este tema los ingenieros eran también los profesionales que los llevaban a cabo, por lo cual eran agentes científicos útiles para las sentencias de los jueces.

De los cuatro puntos anteriores, el primero se empleaba comúnmente en la delimitación entre las naciones, estados y municipios a partir de accidentes territoriales, por ser fáciles de observar y encontrarse ya establecidos.<sup>27</sup> El caso más conocido era la frontera entre México y Estados Unidos a partir del Tratado Guadalupe Hidalgo de 1848.

<sup>24</sup> BÁRCENA, 1895, p. 44.

<sup>25</sup> BÁRCENA, 1895, p. 44.

<sup>26</sup> BÁRCENA, 1895, p. 45.

<sup>27</sup> BÁRCENA, 1895, p. 46.

Bárcena señala que en términos de la propiedad privada, las disputas jurídicas provenían de que los límites naturales no eran “absolutamente durables y están sujetos a variaciones” en cuanto al límite a donde llegaban las olas del mar o la tala de las masas vegetales.<sup>28</sup> El geógrafo debería tomar en cuenta que en la vaguedad de los límites naturales operaban la acción del tiempo, la falta de precisión en la clasificación de objetos análogos, la insuficiencia de datos que identificaran su ubicación y las fuerzas de la naturaleza. El conocimiento especializado de los geógrafos utilizado en el derecho fue una tendencia en el señalado proceso de cientificación de esta disciplina, pues los jueces ya no tomarían decisiones basadas en su mera opinión, sino en las evidencias de la geografía sobre este asunto. Además, con la memoria de Bárcena, la AMCEFN demostraba la utilidad de su existencia para el país.

Otra memoria fue de la autoría del ingeniero tabasqueño José Narciso Rovirosa publicada en 1897. Éste presenta un estudio sobre la hidrografía del sudeste de México y sus relaciones con los vientos y lluvias, con el propósito de “trazar un bosquejo de las corrientes fluviales, apuntar los fenómenos con ellas íntimamente ligados y señalar las causas que deben considerarse como ocasionales de los movimientos atmosféricos”.<sup>29</sup> Esta memoria aborda una de las regiones menos exploradas del país hacia el final del siglo, por lo que el trabajo de Rovirosa representa una importante contribución sobre la región, en especial al abordar los aspectos hídricos que la caracterizaban.

El académico tabasqueño conformó la memoria con base en sus apuntes de campo recabados por más de veinte años durante sus recorridos por Campeche, Tabasco y Chiapas, guiado “siempre por un ardiente deseo de conocer la geografía, la flora, la fauna y la geología”.<sup>30</sup> Los apuntes recabaron información sobre las observaciones meteorológicas, “anotadas minuciosamente” en registros diarios y estudiados bajo puntos de vista generales, y sobre las características de las costas, los llanos y las montañas por un “acuerdo del señor ministro de Fomento”.<sup>31</sup> La experiencia de

<sup>28</sup> BÁRCENA, 1895, p. 46.

<sup>29</sup> ROVIROSA, 1897, p. 111.

<sup>30</sup> ROVIROSA, 1897, p. 111.

<sup>31</sup> ROVIROSA, 1897, p. 112.

Rovirosa recorriendo tres de los estados del país menos conocidos para la ciencia de la época, pero de gran riqueza territorial y natural, fue el centro de las presentaciones del académico. Este estudio también muestra la participación de los corresponsales al presentar sus memorias en las sesiones mensuales y luego publicarlas en las revistas de la AMCEFN.

En el apartado introductorio de la memoria, de acuerdo con la experiencia del académico, la hidrografía del sureste mexicano se componía de cuencas de primer orden, cuyos ríos tributarios desembocaban en las costas de Tabasco: el Grijalva, el Tancochapa o Tonalá y el Usumacinta. En las vertientes orientales de la sierra chiapaneca nacían los ríos Blanco y Negro que unidos formaban el Salinas o Chixoy, el Yalhuitz, el Yxcán o Santa Eulalia y el Chajul o San Blas, afluentes del Lacantún, todos ellos pertenecientes a la cuenca del Usumacinta.<sup>32</sup> La descripción de las cuencas y los ríos da una idea de la capacidad de síntesis de Rovirosa después de varios años de explorar el sureste del país, tomar notas de los accidentes territoriales, seguir el curso de los ríos y acopiar información geográfica. La memoria se convirtió en un referente científico de esta región del país, pocas veces explorada bajo la observación científica.

Para Rovirosa, lo más destacado del sistema hidrográfico del sureste se situaba en la llanura por la red de ríos navegables con distinta anchura que, una vez estudiados de manera científica, podrían ofrecer soluciones para el transporte fluvial, como sucedía con los ríos Mississippi y Amazonas, ejes del comercio y la economía en Estados Unidos y Brasil.<sup>33</sup> Este aspecto vinculó la utilidad de la geografía con el progreso nacional, pues se trataba de una ciencia que ayudaba al análisis del territorio mediante sus características y cómo aprovecharlas por el gobierno y los particulares.

El apartado “Naturaleza de los lechos de nuestros ríos” indica que

[...] el lecho, ora se considere en proyección horizontal o en la vertical, está no menos sujeto a ciertos accidentes derivados de la orografía y la geología. En la región andina el lecho de nuestros ríos está interrumpido por formaciones litológicas, ya transportadas a distancia de sus primeros yacimientos, ya fijas y conservando los caracteres de su estratificación. En el primer caso, el más general desde el río

<sup>32</sup> ROVIROSA, 1897, pp. 114-119.

<sup>33</sup> ROVIROSA, 1897, p. 125.

Oxlotán hasta los límites de Veracruz y Oaxaca, se presenta el lecho formado por hoyas, interrumpidas por raudales que hacen peligrosa o de todo punto imposible la navegación, como sucede en el Tapijulapa y Teapa, y sobre todo en el Mezcalapa [...]. Esta particularidad observada por mí en aquellos ríos, permite explicar por qué el Grijalva y muchos de sus afluentes, se presentan a la navegación en trayectos de muchas leguas dentro de los contrafuertes, puesto que las rocas sueltas de sus lechos se presentan como rampas inclinadas por donde se deslizan las aguas con una rapidez proporcional al nivel.<sup>34</sup>

El señalamiento a la experiencia personal de Roviroso en el conocimiento *in situ* de los ríos indicados era una estrategia para reforzar el estudio geográfico, pues éste no se basaba en bibliografía elaborada por terceros, sino en la vivencia del autor. También se aprecia que Roviroso vincula la geografía con la geología al hablar de las características del lecho de los ríos y su impacto en la navegación en ciertos tramos de cada uno. El ingeniero tabasqueño describe el sistema hidrográfico a partir de las características del relieve, las cuales eran diferentes entre Chiapas y Tabasco, y advierte cómo la fluidez o estancamiento del agua implicaban cambios en la composición vegetal de la selva, particularmente en los pantanos y manglares.

Otro destacado ingeniero es el académico José Guadalupe Aguilera, quien publicó “Distribución geográfica y geológica de los criaderos minerales de la República Mexicana” (1899) como un estudio general que ayudaría a las empresas a ampliar la explotación de esta riqueza natural en el país. La distribución geográfica de éstos al final del siglo XIX aún era un tema pendiente para los ingenieros geógrafos y los ingenieros de minas. Sin embargo, Aguilera acopió toda la información que tuvo a la mano para sintetizar en mapas y estadísticas datos sobre “la concentración y acantonamiento de los criaderos minerales en determinadas regiones del país”.<sup>35</sup> Esta memoria también retoma una necesidad concreta, de índole económica y de interés tanto gubernamental como privado, al aportar un instrumento científico orientado a intensificar el aprovechamiento mineral, para lo cual era necesario contar con la ubicación precisa de los yacimientos. De esta manera sería posible mejorar las vías

<sup>34</sup> ROVIROSA, 1897, p. 127.

<sup>35</sup> AGUILERA, 1899, p. 3.

de transporte y comunicación para movilizar la producción minera de los yacimientos a la industria nacional, así como a las fronteras y los puertos.

Aguilera destaca que los últimos estudios en geografía física en Europa indicaban que la proximidad y asociación de ciertos criaderos se debía a “las relaciones genéticas que tienen entre sí”, y que los científicos empezaban a dilucidar que los yacimientos minerales mexicanos pertenecían a edades geológicas diferentes de las “que les corresponden a sus similares en otras partes del mundo”, por lo cual recomendaba ampliar los estudios geológicos comparados.<sup>36</sup> Esto resultaba de interés para fijar las relaciones entre la naturaleza del mineral de cada criadero y su formación geológica.<sup>37</sup> La propuesta del académico abarcó el estudio geográfico, geológico y mineralógico para intensificar la explotación minera bajo los parámetros científicos.

El ingeniero determinó que “el México minero” comenzaba en el estado de Oaxaca, cerca del istmo de Tehuantepec, y concluía en la frontera occidental con Estados Unidos. En esta zona del país, los criaderos minerales eran numerosos y la geografía física indicaba que no se encontraban esparcidos “caprichosamente en desorden en vasta superficie”, sino que la mayoría se ubicaba en la parte occidental del país (de Oaxaca a Sonora).<sup>38</sup> La gran zona minera o “más bien metalífera occidental” no era continua en toda su extensión, sino que se hallaba interrumpida por tramos en los que no se habían determinado criaderos; siendo el tramo estéril más amplio el que se extendía desde Inguarán (Michoacán) hasta el Río de Santiago (Jalisco).<sup>39</sup> La primera conclusión de Aguilera fue la ubicación *grosso modo* de la zona minera; la segunda, su ubicación dentro de la división política interna, y en tercer lugar, retoma la interrogante sobre las regiones estériles de minas: ¿se trataba de su composición geológica o la ausencia de exploración científica?

El académico expuso que el orden y agrupamiento de los criaderos minerales al compararlos con el relieve del país mostraban que las zonas metalíferas coincidían con las sierras Madre Oriental y Occidental, mientras que los tramos estériles correspondían a porciones de la línea de relieve con

<sup>36</sup> AGUILERA, 1899, p. 3.

<sup>37</sup> AGUILERA, 1899, p. 3.

<sup>38</sup> AGUILERA, 1899, p. 4.

<sup>39</sup> AGUILERA, 1899, p. 4.

rocas eruptivas recientes, como las rhyolitas y las andesitas.<sup>40</sup> En la *Carta Minera de la República* (1889) del Instituto Geológico se dieron los primeros pasos para la representación científica de los yacimientos, pero hacía falta un estudio “más exacto y más completo” que visibilizara la situación y dirección de los “rasgos característicos del relieve de nuestro país, [pues] no obstante no comprender más que los distritos mineros más importantes, se comprueba esta concordancia bastante notable”.<sup>41</sup> La cuarta conclusión de Aguilera fue que el tipo de rocas de la zona minera estaba directamente relacionada con la distribución de los yacimientos, por lo cual al cruzar en un solo mapa la información geológica con la geográfica, las capacidades productivas del país se visibilizarían por primera vez.

La nueva carta minera en preparación por parte de Aguilera sería un instrumento visual que precisaba la situación de los criaderos minerales mexicanos, los que “geográficamente hablando, se encuentran en las sierras y serranías que forman las dos cadenas de montañas del país y sus dependencias”.<sup>42</sup> El país quedaba dividido en dos regiones, “en las cuales predominan respectivamente los criaderos de ciertos metales: la región occidental muy rica en criaderos de oro, plata, oro y cobre; la región oriental muy rica en criaderos de plomo, antimonio, zinc, y en la cual se conocen los principales criaderos de mercurio”.<sup>43</sup> La quinta conclusión del académico fue que dentro de la zona minera nacional existían diferencias dependiendo de la conformación geológica de ambas sierras madres, por lo cual la explotación minera era diferente en cada una dependiendo de la tecnología, el rendimiento anual y el tipo de utilidad industrial.

Aguilera concluye la exposición geográfica de su memoria presentando la distribución territorial de los siguientes criaderos: 1) auro-argentíferos y argentíferos, 2) auríferos, 3) plumbíferos, 4) cupríferos, 5) manganeso, 6) antimonio, 7) zinc, 8) mercurio, 9) estaño y 10) fierro. En cada uno de ellos indica su extensión, latitud y longitud, poblaciones y compañías mineras más representativas.<sup>44</sup>

<sup>40</sup> AGUILERA, 1899, p. 6.

<sup>41</sup> AGUILERA, 1899, p. 6.

<sup>42</sup> AGUILERA, 1899, p. 7.

<sup>43</sup> AGUILERA, 1899, p. 8.

<sup>44</sup> AGUILERA, 1899, pp. 9-11.

Los miembros de la AMCEF N también sometieron a la consideración de sus colegas los reportes de la práctica geográfica *in situ*, que son ahora una fuente para examinar cómo se realizaban las exploraciones al inicio del siglo XX. A diferencia de Aguilera, que presenta un estudio recopilatorio de información producida por largo tiempo, en 1906, el ingeniero Manuel Moreno y Anda, miembro del Observatorio Magnético Central en Palacio Nacional, da a conocer los resultados de la expedición emprendida al Cerro de San Miguel en el Distrito Federal durante la primera quincena de septiembre de 1903, con el propósito de efectuar estudios de magnetismo terrestre, geografía física y meteorología en una de las montañas más elevadas del Valle de México.<sup>45</sup> La expedición se organizó a instancias del ingeniero Pedro C. Sánchez, adjunto de la Comisión Geodésica, quien invitó al autor en calidad de auxiliar en los trabajos de triangulación. En ese momento, Moreno y Anda se desempeñaba como astrónomo del Observatorio Astronómico.<sup>46</sup> El académico aprovechó la expedición para recolectar datos topográficos sobre la sierra que “allí ante su majestuosa y severa grandiosidad, el espíritu experimenta sublimes impresiones; allí, donde se comprende, porque se palpa, el papel regulador que ellas desempeñan en el proceso físico de importantes meteoros, tan poco apreciado por el habitante de las llanuras o desconocido casi en lo general”.<sup>47</sup>

Moreno y Anda no sólo presenta una memoria científica al estilo positivo, es decir, basada en datos cuantitativos, experiencia en campo con instrumentos y explicaciones basadas en las leyes geográficas, sino que también expresa su sentir sobre la belleza del paisaje serrano, pues la impresión que los accidentes territoriales dejaban a los científicos en ocasiones también conformaban las memorias presentadas a la AMCEF N. Reseña que los ingenieros salieron de la Ciudad de México el 8 de septiembre a las 7 de la mañana por la vía del Ferrocarril Nacional hasta la estación de Salazar. Ahí continuaron a caballo hasta las 3 de la tarde, cuando llegaron a la cima del Cerro de San Miguel. Montaron el alojamiento y el espacio de observación científica en una capilla octogonal construida

<sup>45</sup> El estudio fue reimpresso en el volumen XXVI de las *Memorias y Revista de la Sociedad Científica “Antonio Alzate”* de 1908.

<sup>46</sup> MORENO Y ANDA, 1906, p. 237.

<sup>47</sup> MORENO Y ANDA, 1906, p. 237.

por los frailes carmelitas “en la enhiesta cumbre que por algunos días íbamos a habitar”.<sup>48</sup> En el interior de la capilla se colocó una amplia tienda de campaña, el piso quedó cubierto con una “alfombra de mullida gramínea” y para templar el rigor de las bajas temperaturas de la noche se dispuso de una estufa que “nos envolvía en sus cálidos efluvios”.<sup>49</sup> La memoria también indica los preparativos de la expedición, los aparatos, los instrumentos y los objetos que los ingenieros llevaban para pernoctar, alimentarse y tomar las mediciones necesarias, así como las dificultades enfrentadas en el campo.

El Cerro de San Miguel fue descrito como una pirámide de contornos rugosos, que se hallaba aislado de las otras montañas por dos profundas depresiones en cuyo fondo corría el río de la Magdalena por el lado sur y el río de los Leones en la cara norte. En la cara poniente, cerca de la capilla, se apreciaba un “hermoso crestón de acantiladas andesitas” sobre un gran precipicio de 300 metros, a cuyos pies saltaban las aguas del arroyo de los Hongos que confluían con el río de la Magdalena.<sup>50</sup> Desde la cúspide del Cerro,

[...] la vista goza de un panorama encantador: al Oriente la extensísima planicie en que se asienta la Ciudad de México, orlada por la cinta de plata que a lo lejos figura el lago de Texcoco, teniendo por fondo la sierra en que descuellan los niveos penachos de los grandes volcanes; al Sur la gigantesca mole del Ajusco; al Oeste el Valle de Toluca y al Norte las rugosidades y quebradas de la sierra de Monte Alto. Y en aquel vasto escenario de incomparable hermosura cuanto variado detalle que recreando la absorta mirada trae al cansado cerebro por rutinaria y perenne labor, con aires puros, oxigenados y vivificantes, renuevos de vitalidad e ideas sanas y justas acerca de las grandes bellezas que por doquier ostenta la pródiga naturaleza. En efecto, en aquella altura, en plena región de los pinos, aspirando auras embalsamadas y fortificantes, el observador menos atento encuentra sobrados motivos para gozar en la contemplación de las bellezas naturales. Los cerros limítrofes, de abruptas pendientes, cubiertos de feroz vegetación tropical, cuyo color verdinegro se interrumpe a trechos para mostrar ya un claro de bosque que permite ver en apretadas filas los troncos de los pinos y oyameles; ya un peñasco aislado de grandes proporciones, que asoma su cenicienta cabeza cerniéndose sobre el abismo, y allá en una hondonada y descollando entre el

<sup>48</sup> MORENO Y ANDA, 1906, p. 238.

<sup>49</sup> MORENO Y ANDA, 1906, p. 238.

<sup>50</sup> MORENO Y ANDA, 1906, p. 239.

ramaje de la obscura selva los derruidos muros del edificio monacal que fundara la piedad de Melchor de Cuellar.<sup>51</sup>

La vertiente romántica de la geografía es una constante en las memorias científicas a pesar de su base metodológica positiva, pues desde inicios del siglo XIX las reflexiones personales de los geógrafos sobre el paisaje serían conocidas en numerosos escritos que llamaron la atención de científicos y legos al presentar la mirada de los expedicionarios sobre territorios poco conocidos por el común de la gente.

En el improvisado observatorio ubicado a 4 000 metros sobre el nivel del mar, los expedicionarios tomaron datos durante ocho días, cuyos resultados Moreno y Anda presentó en su memoria a la Academia. En el apartado relativo al magnetismo terrestre, el autor indica que, entre la capilla y el crestón andesítico, colocó el magnetómetro en su tripié con el propósito de no removerlo de allí hasta obtener todos los valores magnéticos, previendo que el mal tiempo no permitiera repetir algunos de ellos, tal y como sucedió.<sup>52</sup> Concluidas las observaciones, el 15 de septiembre los ingenieros bajaron hasta el pueblo de Cuajimalpa, donde establecieron una estación situada a 1 000 metros abajo de la cima del Cerro de San Miguel, con el objetivo de efectuar una comparación entre ambas estaciones para relacionar las dos mediciones. Moreno y Anda concluye que el campo terrestre se mantuvo uniforme y, por lo mismo, que los resultados, obtenidos en un estado medio de calma magnética, “son perfectamente comparables”.<sup>53</sup> La serie de obtención de datos en el Cerro y el pueblo fueron las primeras en su tipo para las investigaciones magnéticas, topográfica, meteorológicas y geodésicas, por lo cual Pedro C. Sánchez y Moreno y Anda consideraron darlos a conocer al medio científico nacional.

El ingeniero encuentra un peculiar fenómeno del magnetismo terrestre acaecido en la cima del Cerro. Esta afectación era producida por una causa local, cuya influencia se manifestaba en los elementos observados. Moreno y Anda se pregunta: “¿dicha causa reside en las andesitas superficiales que cubren toda aquella región, en rocas interiores de magnetismo

<sup>51</sup> MORENO Y ANDA, 1906, p. 240.

<sup>52</sup> MORENO Y ANDA, 1906, p. 242.

<sup>53</sup> MORENO Y ANDA, 1906, p. 252.

propio o inducido por el campo terrestre, o bien en alguna continuidad en la estructura de las capas geológicas?”.<sup>54</sup> Según la clasificación de A. W. Rücher y T. E. Thorpe,<sup>55</sup> el Cerro de San Miguel podría describirse como un pico magnético, pero difícilmente con esta primera exploración se podría contestar a esta cuestión por falta de más datos magnéticos en la zona, razón por la cual Moreno y Anda indica a la AMCEFN que en los siguientes años propondría efectuar una segunda exploración para dilucidar este fenómeno.<sup>56</sup> La Academia propiciaría el reconocimiento de las regiones del país hasta entonces escasamente exploradas a partir de los intereses de los miembros y las revistas serían espacios especializados para la discusión de los resultados de investigación y las nuevas interrogantes que se abrían, como el magnetismo en el Cerro San Miguel. Los científicos mexicanos estaban conscientes de que las preguntas generales de la ciencia requerían de explicaciones en dos niveles: local y mundial. Esto porque si bien los fenómenos naturales se presentaban en todo el orbe, como el magnetismo, sólo podían registrarse anomalías en ciertos puntos, para lo cual la actividad científica *in situ* era indispensable. De ahí que las instituciones científicas mexicanas procuraran contribuir desde el medio local a los debates de la ciencia mundial.

## ESTUDIOS CARTOGRÁFICOS Y GEODÉSICOS

Las prácticas cartográfica y geodésica también se expresaron en el seno de la AMCEFN a través de dos memorias del ingeniero geógrafo Felipe Valle (¿?-1910). La primera data de 1897 y se intitula “Necesidad e importancia del levantamiento exacto de la Carta de la República Mexicana”, pues era una tarea pendiente desde 1824. La presentó en el Concurso Científico convocado por la Cámara de Diputados, celebrado el 5 y 6 de febrero de 1897, donde participó en representación de la AMCEFN.<sup>57</sup> El autor explica que esta tarea científica era la base de la investigación

<sup>54</sup> MORENO Y ANDA, 1906, p. 254.

<sup>55</sup> Se refiere a la clasificación fisicoquímica de los diferentes tipos de rocas para determinar si presentaban propiedades magnéticas.

<sup>56</sup> MORENO Y ANDA, 1906, p. 255.

<sup>57</sup> BÁRCENA, 1896c, p. 214.

geográfica “para el progreso de los pueblos” y una evidencia positiva del “progreso” de una nación a partir de las mediciones de “los sabios más distinguidos”.<sup>58</sup> Si bien para la época ya se contaba con el mapa nacional,<sup>59</sup> Valle consideró que no era lo suficientemente representativo del territorio a partir del método positivo, para lo cual expuso a sus colegas la necesidad de convencer al gobierno porfiriano de destinar recursos para este proyecto cartográfico.

Para justificar su iniciativa ante el gobierno federal, Valle realizó un breve recuento histórico sobre la elaboración de mapas y cartas del país desde la independencia, cuando los primeros gobiernos mandaron recabar los datos necesarios para “formar sus cartas particulares y numerosos son los ejemplares que corren publicados con los resultados de los estudios”.<sup>60</sup> Uno de los proyectos cartográficos más relevantes fue la Comisión del Valle de México (1856 y 1861), en la que trabajaron “nuestros más distinguidos ingenieros”, quienes efectuaron amplios trabajos geodésicos al interior del país, aunque la geodesia se practicó antes por la Comisión de Límites entre México y los Estados Unidos (1849-1857).<sup>61</sup> Otros trabajos cartográficos importantes tienen lugar de 1857 a 1876, realizados por los ingenieros encargados de la construcción de nuevos caminos, puentes y los inicios de las líneas de los ferrocarriles Nacional y Central. Para Valle, “la época más activa e inconcusamente la actual, la era de la Paz en que la Comisión Geográfico Exploradora [(1877-1914)] ha recogido cuantioso caudal de materiales para el estudio de la topografía”.<sup>62</sup> Valle reconoció la tradición cartográfica en el país, ya que varios de sus colegas participaron en tales proyectos científicos, y estaba al tanto del amplio acopio de información sobre el territorio nacional que contribuiría a elaborar la nueva carta federal. La alusión a la Comisión Geográfico-Exploradora fue un reconocimiento al apoyo que el presidente Díaz había dado a la cartografía desde el inicio de su mandato.

<sup>58</sup> VALLE, 1897, p. 82.

<sup>59</sup> Se trata del mapa elaborado en 1877.

<sup>60</sup> VALLE, 1897, p. 84.

<sup>61</sup> VALLE, 1897, p. 85.

<sup>62</sup> VALLE, 1897, p. 85.

De manera indirecta, la Comisión Geológica Mexicana (1888-1891) había llevado a cabo investigaciones cartográficas sobre las regiones metalíferas mexicanas, mientras que la red de observatorios astronómicos y meteorológicos determinaron la longitud de cada capital estatal con mayor precisión que antes y comenzaron el estudio “verdaderamente científico” de la climatología del país; asimismo el Instituto Médico Nacional (1888-1914) emprendió “interesantes labores” al cartografiar las enfermedades mexicanas.<sup>63</sup> La dinámica científica al final del siglo contaba con varias instituciones patrocinadas por el gobierno de Díaz, las cuales llevaban a cabo un amplio trabajo cartográfico con distintas orientaciones. Valle veía la necesidad de aprovechar todo este trabajo especializado para conformar la nueva carta de la República.

En efecto, Valle consideraba que si bien en México había un amplio trabajo cartográfico, era tiempo de emprender “los trabajos definitivos que deben servir de base sólida al desarrollo completo de la riqueza de nuestro suelo, el bienestar económico y la tranquilidad de que disfrutamos gracias a la hábil política inaugurada hace poco más de veinte años” por el presidente Díaz.<sup>64</sup> El académico hizo un llamado a la Secretaría de Guerra y Marina al referir que conservar la paz y la tranquilidad del país exigía dedicar la mayor cantidad de recursos al levantamiento de la carta militar. Con este instrumento científico, el gobierno federal determinaría los lugares estratégicos “más ventajosos para la construcción de la defensa nacional” en las costas y fronteras con el objetivo de acantonar el ejército, trazar las vías de movilización militar y fijar los límites exactos de los estados de la federación mexicana.<sup>65</sup> Para convencer al gobierno de Díaz, el académico insiste en la utilidad de la nueva cartografía, ya fuera en ámbitos militares, económicos, agrícolas, colonizadores, ferroviarios, climáticos, higiénicos, entre otros.

La carta general de la propiedad privada era otro instrumento científico pendiente en el país, pues según Valle, “el perfeccionamiento de nuestro sistema hacendario” exigía los “solicitos cuidados” de la ciencia

<sup>63</sup> VALLE, 1897, p. 86.

<sup>64</sup> VALLE, 1897, p. 87.

<sup>65</sup> VALLE, 1897, p. 87.

para determinar el impuesto predial de forma equitativa al conocer con exactitud la extensión de las heredades, así como su situación relativa respecto de los centros de consumo y “a este acontecimiento sólo puede llegarse por apropiadas operaciones topográficas”.<sup>66</sup> En cuanto al “progreso y desarrollo de la agricultura”, la carta agrícola requería de estudios sobre el curso de los principales ríos y cuerpos de agua, cuyos resultados proporcionarían “medios seguros de proyectar y llevar a cabo los métodos de irrigación más adecuados a las diferentes localidades”, al igual que prevenir los desastrosos efectos de las lluvias escasas o irregulares.<sup>67</sup>

También era necesaria la información geológica para ubicar los yacimientos de abono mineral que “deben devolver a la agotada tierra su fecundidad en el prolongado cultivo”; la carta orográfica e hipsométrica para buscar entre las montañas “las sendas que debe recorrer la majestuosa locomotora; [...] y esos estudios hidrográficos, geológicos y de ingeniería civil no pueden tener más fundamento que los topográficos correspondientes”.<sup>68</sup> La cartografía era útil para la modernización del país de acuerdo con la política porfiriana de transformarlo a la altura de las “naciones civilizadas” del orbe. Los académicos señalaron el camino a seguir para el mandatario y la ciencia era el mejor instrumento para tal política, como ya se había efectuado en otros países de Europa y América.

Valle concluyó la memoria mencionando que los trabajos geodésicos también eran de utilidad para México, al sumarse al proyecto más ambiciosos de fin de siglo:

En los Estados Unidos se tiene proyectado medir el gran arco meridiano situado cerca de 98° al W. de Greenwich, cuyo arco entra a nuestro territorio un poco al Oeste de Matamoros y prolongado pasa al Este de México cerca de Huamantla en el Estado de Tlaxcala. Casi a ese mismo punto viene a concurrir el gran arco acimutal, que partiendo de Crescent City, en el extremo Noroeste de la Alta California entra a México cerca de Nogales del Estado de Sonora. Parece lógico que si México desea contribuir con su contingente a la resolución de tan interesante problema mida la

<sup>66</sup> VALLE, 1897, p. 87.

<sup>67</sup> VALLE, 1897, p. 88.

<sup>68</sup> VALLE, 1897, p. 88.

parte de esos arcos comprendida dentro de su territorio y uno de paralelo, al menos podría ser, por su extensión, el de 25° ó 26° latitud Norte y ejecute numerosas observaciones de péndulo por los enormes macizos montañosos de nuestro territorio.<sup>69</sup>

La llamada de Valle a la AMCEF N y al gobierno federal para apoyar la inserción de México en uno de los grandes proyectos científicos de fin de siglo tenía tintes políticos, pues mostraba a la ciencia mexicana a la altura de sus pares del mundo y como una palanca para afianzar el progreso material del país que tanto interesaba al régimen. El autor también indica que restaba a la Academia Mexicana de Jurisprudencia modernizar los códigos vigentes para salvaguardar las operaciones geodésicas y topográficas presentes y futuras, con el propósito de asegurar la conservación e inamovilidad de los monumentos y señales que las comisiones necesitaban establecer para sus trabajos dentro de predios federales, estatales y privados.<sup>70</sup> Las academias, en tanto órganos consultivos del Estado, asegura Valle, deberían tender lazos institucionales para colaborar entre sí en cuestiones que requieran de la participación de especialistas y así construir soluciones a los problemas sociales de la época.

En 1899, Felipe Valle publicó en el *Anuario...* la memoria “Bases geodésicas [Láms. I-XV]”, donde diserta sobre “los rápidos y crecientes perfeccionamientos” alcanzados en los métodos y aparatos de medida usados en la ciencia. Esto era importante de tomarse en cuenta para actualizar las cátedras de Topografía, de Geodesia y de Astronomía en la Escuela Nacional de Ingenieros y otras instituciones educativas para que los estudiantes mexicanos estuvieran al tanto de las novedades que se practicaban en Estados Unidos y Europa. Valle propone que la AMCEF N hiciera un llamado a los profesores del país para que complementaran los libros de texto con lecciones orales en que al menos mencionaran los nuevos métodos, “y en vista de esta necesidad imperiosa tuve la idea de escribir, a título de ensayo, los apuntamientos que voy a tener el honor de leerlos”.<sup>71</sup> En este caso, el académico se interesó por la renovación educativa en términos prácticos e instrumentales para que los egresados al inicio del nuevo

<sup>69</sup> VALLE, 1897, p. 91.

<sup>70</sup> VALLE, 1897, p. 92.

<sup>71</sup> VALLE, 1899, p. 141.

siglo contribuyeran a las tareas geográficas, geodésicas y topográficas que resultaban tan necesarias. Algunas de ellas fueron esbozadas en la primera memoria del académico.

La propuesta del ingeniero Valle se centra en los problemas del dominio de la geodesia por parte de los estudiantes de la Escuela Nacional de Ingenieros, los cuales requerían de “los medios de investigación más poderosos de que se disponga” en la institución, reforzados con los “más ingeniosos mecanismos”, y los aparatos “más finamente contruidos”, los cuales eran usados en Europa y Estados Unidos por los ingenieros geodestas.<sup>72</sup> El académico indica los instrumentos<sup>73</sup> que se habían reformado “progresivamente, hasta alcanzar el grado de perfección actual, que apenas parece posible mejorar” para medir ángulos y líneas en el campo, realizar observaciones astronómicas, evaluar la intensidad de la pesantez y realizar el levantamiento de grandes extensiones territoriales.<sup>74</sup> El señalamiento de las tareas científicas mejoradas con los nuevos instrumentos deja claro que la memoria no se trataba de una reflexión teórica o sólo una propuesta ideal, sino de una iniciativa concreta para llamar la atención de sus colegas y el gobierno. Para el académico, el geodesta debía mantenerse al tanto de los nuevos instrumentos, porque

[...] tiene precisa e ineludible necesidad de cubrir, ya la extensión del arco o el área por levantar, de una red trigonométrica cuyos elementos angulares mide con adecuada precisión al fin a que se destina, y esta medida lo pone en aptitud de poder construir una figura semejante a la del terreno, más no en relación determinada con ella. Para fijar esa relación, como la trigonometría enseña, es absolutamente indispensable medir al menos, la longitud de uno de los lados de la red, y esta medida para que corresponda en exactitud a la de los ángulos, preciso es que sea ésta tan grande que a juzgar ligeramente podría tomarse como exagerada. Esta medida tiene que ser directa, y debe hacerse y se hace, aplicando sucesivamente sobre el terreno un aparato cuya longitud se conozca, en función del prototipo internacional. Determinando así el número de aparatos (reglas, como se designan) y fracción que caben en la línea por medir, fácilmente en apariencia, se determina la extensión (en metros, yardas o cual-

<sup>72</sup> VALLE, 1899, p. 142.

<sup>73</sup> Se trata de teodolitos de todo tipo, brújula, distanciómetro, antejo colimador, círculo azimutal, linterna geodésica, heliotropo, regla micrómetro, regla geodésica, cinta métrica, plomada, plancheta, entre otros.

<sup>74</sup> VALLE, 1899, p. 143.

quiera otra unidad que parezca útil emplear) del lado que se trate de determinar; mas para que esta medida fuera exacta sería preciso satisfacer muchas condiciones que en la práctica raras veces o nunca se realizan.<sup>75</sup>

En breves líneas, el autor explica la importancia de los instrumentos en la actividad geodésica y la vinculación internacional de los ingenieros mexicanos con los proyectos geodésicos internacionales antes señalados, así como la adopción de las reglas, aparatos, estándares e interpretación de datos recabados para homogeneizar la geodesia en todo el mundo.

Los materiales de los nuevos instrumentos geodésicos, casi todos metálicos a partir de diferentes aleaciones, los hacían inmunes a la acción de los agentes ambientales (temperatura, viento y humedad). Éstos producían contracciones y dilataciones en los materiales de los instrumentos (madera y metales), razón por la cual los especialistas decidieron “no sustraerse de la influencia de dichos agentes”, sino determinar las circunstancias ambientales en que se encontraba el aparato durante la medida efectuada para hacer las correcciones oportunas a los datos obtenidos.<sup>76</sup> La renovación material en los instrumentos científicos es un aspecto que Valle resalta para convencer a la audiencia y los lectores de la necesidad de que el gobierno destine recursos para dotar a la Escuela Nacional de Ingenieros, pero también a otras instituciones científicas, de las novedades instrumentales, las cuales no sólo pondrían a México a la altura de otras naciones, sino que aportarían una precisión mayor en la obtención de datos, lo cual era fundamental para el método positivo.

Los ingenieros de la AMCEFEN publicaron entonces estudios geográficos, geodésicos y cartográficos relacionados con los intereses gubernamentales en cuanto a la exploración de los recursos mineros, los límites físicos de la propiedad privada, las entidades políticas y la prospección de los recursos hídricos, así como los proyectos globales sobre los fenómenos magnéticos, el cálculo del arco meridiano y la modernización de la cartografía nacional.

<sup>75</sup> VALLE, 1899, p. 143.

<sup>76</sup> VALLE, 1899, p. 144.

## CONSIDERACIONES FINALES

La AMCEFEN es una de las corporaciones científicas menos conocidas en la historiografía mexicana, lo mismo que sus dos publicaciones periódicas, a pesar de que en su seno se reunieron los científicos más destacados de finales del Porfiriato. Además, la AMCEFEN mantuvo estrechos vínculos con otras agrupaciones e instituciones científicas de la época a través de sus miembros, pues varios de ellos se desempeñaron como funcionarios, directivos y docentes. Tampoco se conocen las relaciones que la AMCEFEN estableció con la Academia madrileña, tanto las actividades científicas conjuntas como su papel en la política panhispanista de la monarquía española, tema que requiere una investigación aparte.

A través de las memorias geográficas, geodésicas y cartográficas es posible vislumbrar la dinámica de los miembros corresponsales, quienes presentaban estudios relativos a sus localidades y los entregaban para su publicación. Algunos de ellos han sido ampliamente analizados en la historiografía, pero de otros se carecen los datos que den cuenta de cómo y por qué fueron designados como miembros de la AMCEFEN. Las dos revistas exponen las características de la práctica geográfica, geodésica y cartográfica al final del Porfiriato: exploración de diversas localidades; el trabajo de recopilación de datos actuales y antiguos para generar resultados científicos de amplia data, como la cartografía; el uso de aparatos e instrumentos para la obtención de datos científicos; la exposición de soluciones a las problemáticas gubernamentales; la práctica de gabinete, ya fuera de forma privada o en escuelas y dependencias gubernamentales ante la carencia de una sede propia de la AMCEFEN, y la colaboración con grupos de científicos extranjeros dentro de proyectos globales.

Los ingenieros Bárcena, Roviroza, Beltrán y Puga, Pastrana, Moreno y Anda, Baturoni, Valle y Aguilera estaban al tanto de los temas de interés internacional, por lo cual en algunas de sus memorias aluden a los proyectos de la ciencia global en que la AMCEFEN se propuso colaborar. Con ello, los académicos buscaban afianzar su distinguido papel dentro del gobierno federal y establecer vínculos más estrechos con las instituciones que comandaban los proyectos internacionales, como el caso de la medición del gran arco meridiano.

La geografía en sus aspectos físicos fue reconocida como una disciplina indispensable en el entramado científico nacional, tanto por su larga tradición como por la importancia de sus practicantes, casi todos ingenieros. Por esta razón encontró cabida en la Academia y apoyo de la Secretaría de Fomento para que los miembros propusieran iniciativas que modernizaran los instrumentos científicos del Estado. La cartografía y la geodesia fueron escogidas en la AMCEFEN por sus capacidades técnicas y especializadas para resolver las problemáticas inmediatas del país, sobre todo en términos de elaborar instrumentos científicos certeros, eficaces y útiles para la elaboración de nuevos mapas, así como para fortalecer la participación de México en el estudio geodésico llevado a cabo por Estados Unidos. Los académicos dejaron constancia de sus capacidades científicas para modernizar el uso de instrumentos y aparatos, desarrollar nuevos estudios cartográficos y corregir la información anterior.

Las memorias analizadas abordan tópicos de interés nacional, presentando soluciones a través de la ciencia y orientado a los gobiernos federal y estatales para que éstos tomaran las mejores decisiones. La AMCEFEN, desde el inicio, se mostró como el cuerpo consultivo oficial ante los gobiernos y la sociedad, pues hay que tomar en cuenta que varias asociaciones habían tomado este papel desde décadas atrás, como la Academia de Medicina de México y la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Basta revisar los expedientes relativos a la AMCEFEN para dilucidar la manera en que la Secretaría de Fomento tomó en cuenta los estudios de los académicos y cuál fue la trascendencia de la producción científica de la agrupación en las políticas públicas del gobierno porfiriano.

El análisis de la fuente archivística será indispensable para estudiar la vida interna de la AMCEFEN, en aspectos como la dinámica de las sesiones mensuales, la correspondencia con otras corporaciones, el canje de las revistas, las relaciones con el gobierno federal y la Secretaría de Fomento, el ejercicio del presupuesto anual, entre otras cuestiones. Por último, hace falta establecer cómo la AMCEFEN afrontó la Revolución mexicana en sus distintas etapas y cómo, cuándo y por qué concluyó sus actividades científicas.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACADEMIA MEXICANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES (AMCEFN)  
 1894 *Inauguración de la Academia Mexicana correspondiente de la Real Española de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México, 49 pp.
- 1896 “Reglamento de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Correspondiente de la de Madrid”, *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 1, pp. 11-15.
- AGUILERA, José Guadalupe  
 1899 “Distribución geográfica y geológica de los criaderos minerales de la República Mexicana”, *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 5, pp. 1-57.
- AZUELA, Luz Fernanda  
 2003 “La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, la organización de la ciencia, la institucionalización de la geografía y la construcción del país en el siglo XIX”, *Investigaciones Geográficas*, México, núm. 52, pp. 153-166.
- BALDWIN, Melinda  
 2015 *Making Nature. The History of a Scientific Journal*, The University of Chicago Press, Chicago, 328 pp.
- BÁRCENA, Mariano  
 1895 “Tema de estudio presentado en el Congreso de las Asociaciones Científicas Metropolitanas”, *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 1, pp. 39-67.
- 1896a “Acta. Número 1. Sesión del día 13 de enero de 1896”, *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 2, pp. 206-207.
- 1896b “Acta. Número 2. Sesión del día 3 de febrero de 1896”, *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 2, pp. 208-209.
- 1896c “Acta. Número 5. Sesión del día 1º de junio de 1896”, *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 2, pp. 213-214.
- 1896d “Acta. Número 6. Sesión del día 6 de julio de 1896”, *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 2, p. 215.
- 1896e “Actas de sesiones de 1894 de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Correspondiente de la Real de Madrid”, *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 2, pp. 71-82.

- 1898 “Reseña acerca de los trabajos de la Academia durante el bienio de 1896 y 1897”, *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 4, pp. 3-15.
- CSISZAR, Alex  
2018 *The Scientific Journal. Authorship and the Politics of Knowledge in the Nineteenth Century*, The University of Chicago Press, Chicago, 376 pp.
- MORENO Y ANDA, Manuel  
1906 “Expedición al Cerro de San Miguel (D.F.)”, *Anales de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 1, pp. 237-280.
- ROVIROSA, José Narciso  
1897 “La hidrografía del sudeste de México y sus relaciones con los vientos y con las lluvias”, *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 3, pp. 111-146.
- SÁNCHEZ, Jesús  
1905 “Reseña presentada en la sesión del 16 de Febrero de 1903”, *Anales de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 1, pp. 43-148.
- SECORD, James A.  
2004 “Knowledge in Transit”, *Isis*, Chicago, vol. 95, núm. 4, pp. 654-672.
- SEPÚLVEDA, Isidro  
2005 *El sueño de la madre patria: hispanoamericanismo y nacionalismo*, Fundación Carolina/Marcial Pons, Madrid, 536 pp.
- VALLE, Felipe  
1897 “Necesidad e importancia del levantamiento exacto de la Carta de la República Mexicana”, *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 3, pp. 81-93.  
1899 “Bases geodésicas [Láms. I-XV]”, *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, México, vol. 5, pp. 111-146.