



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE HISTORIA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN HISTORIA  
CON OPCIÓN EN HISTORIA REGIONAL CONTINENTAL**

**TÍTULO:**

**EL QUEHACER GEOLÓGICO DE ANTONIO DEL CASTILLO, JOSÉ G.  
AGUILERA Y EZEQUIEL ORDÓÑEZ Y SUS APORTACIONES A LA  
GEOLOGÍA MEXICANA (1888-1906)**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN HISTORIA REGIONAL  
CONTINENTAL**

**PRESENTA:**

**LIC. LUZ JAVIER ZARAGOZA CRUZ**

**ASESOR:**

**DR. JOSÉ ALFREDO URIBE SALAS**

**COASESORA:**

**DRA. LUCERO MORELOS RODRÍGUEZ**

**MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO  
AGOSTO 2019.**



## **AGRADECIMIENTOS**

Esta investigación me exigió varias horas de labor, reflexión, investigación y escritura. Desde luego, no hubiera sido posible sin el apoyo moral y emocional que fue vital para la inspiración y desarrollo de este trabajo, por ello, quiero manifestar mi profundo agradecimiento por la paciencia, apoyo, motivación y ánimos que me brindó mi amada esposa en este proyecto académico y en la vida. A mis padres y hermano por su apoyo incondicional en el albor de esta experiencia; a mis suegros por su cariño y aliento; y desde luego, a mi estimado cuñado por su fraternal amistad y motivación en este proyecto.

También quiero agradecer la orientación, observaciones, consejos y recomendaciones de los (as) Drs. (as) José Alfredo Uribe Salas, Lucero Morelos Rodríguez, María Teresa Cortés Zavala, Jorge Silva Riquer y Federico de la Torre de la Torre. Su participación fue elemental y sustanciosa en la constitución de este trabajo. De este modo, reconozco su disposición y compromiso social como profesionistas.

Finalmente, quiero agradecer enormemente al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca que me otorgó para realizar mis estudios de maestría que arrojaron como resultado esta tesis; a la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Historia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por motivar mi formación y superación como profesionista y humano.

## RESUMEN

Esta investigación tiene el propósito de analizar la obra geológico-científica de Antonio del Castillo (1820-1895), José Guadalupe Aguilera (1857-1941) y Ezequiel Ordóñez (1867-1950) en el impacto a la geología mexicana entre 1888 y 1906. Se reflexiona su quehacer geológico desde un enfoque múltiple que a tiende a una bifurcación metodológica: cualitativa y cuantitativa. La finalidad de implementar un enfoque variado responde a la ingeniería de una estrategia que nos permita proporcionar una propuesta teórica más consistente y con mayores elementos para determinar la injerencia de los estudios geológicos de la trilogía en estudio en la concreción de la geología moderna mexicana. En ese sentido, abordamos distintos casos de estudio emprendidos por los geólogos en cuestión, los cuales los examinamos a partir de distintas ópticas, pero que responden a un matriz teórica, la cual busca demostrar la trascendencia histórica y epistémica de la obra de estos personajes.

**PALABRAS CLAVE:** Antonio del Castillo; José G. Aguilera; Ezequiel Ordóñez; aportaciones; geología mexicana y geología moderna.

## ABSTRAC

This research has the purpose of analyzing the geological-scientific work of Antonio del Castillo (1820-1895), José Guadalupe Aguilera (1857-1941) and Ezequiel Ordóñez (1867-1950) on the impact on Mexican geology between 1888 and 1906. Their geological work is reflected from a multiple approach that tends to a bifurcation Methodological: qualitative and quantitative. The purpose of implementing a varied approach responds to the engineering of a strategy that allows us to provide a more consistent theoretical proposal ant with greater elements to determine the interference of the geological studies of the trilogy under study in the concretion of modern Mexican geology. In that sense, we adres different case studies under. In that sense, we adress different case studies undertaken by the geologist in question, which we examine from diffrent perspectives, but which respond to a theoretical matrix, which seeks to demonstrate the historical and epistemic significance of the work of these characters.

**KEY WORDS:** Antonio del Castillo; José G. Aguilera; Ezequiel Ordóñez; contributions; Mexican geology and modern geology.

## Índice

AGRADECIMIENTOS .....	2
INTRODUCCIÓN .....	6
I.....	6
II.....	10
III.....	19
IV .....	20
V.....	20
VI .....	26
VII.....	26
CAPÍTULO I. <u>LA GEOLOGÍA MEXICANA Y LOS GEÓLOGOS ANTONIO DEL CASTILLO, JOSÉ G. AGUILERA Y EZEQUIEL ORDÓÑEZ</u> .....	28
Introducción .....	28
1. El devenir histórico de la geología y su objeto de estudio .....	30
2. El largo camino hacia la institucionalización de la ciencia geológica en México ...	50
3. Los geólogos Del Castillo, Aguilera y Ordóñez .....	65
Conclusiones .....	77
CAPÍTULO II. <u>DE LA EXPERIENCIA NACIONAL AL ÁMBITO INTERNACIONAL</u> .....	79
Introducción .....	79
1. La experiencia del primer Bosquejo de la Carta Geológica de la República Mexicana (1889) .....	80
2. El papel de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez en las Exposiciones Universales .....	96
3. Los Congresos Geológicos Internacionales: crisol científico de la geología .....	108
Conclusiones .....	124
CAPÍTULO III. <u>EL QUEHACER GEOLÓGICO DE: DEL CASTILLO, AGUILERA Y ORDÓÑEZ EN LA CONCRECIÓN DE LA GEOLOGÍA MODERNA MEXICANA</u> .....	125
Introducción .....	125
1. Dos acontecimientos histórico-geológicos destacados en el albor del siglo XX ....	128
2. Otras aportaciones del progreso de la geología mexicana .....	136

3. Las fases de la ciencia geológica mexicana en la perspectiva moderna de José G. Aguilera.....	152
4. Del Castillo, Aguilera y Ordóñez sus aportaciones a la geología mexicana.....	166
Conclusión.....	176
CONCLUSIONES .....	178
I. La <i>edad heroica de la geología mexicana</i> como reproducción de la experiencia europea .....	178
II. El IGM, la SGM y el X° CGI como sistemas de acción socio-científica.....	181
III. La labor geológica de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez como <i>cierre categorial</i> de la geología mexicana.....	184
IV. Consideraciones finales.....	187
ANEXOS .....	190
ANEXOS CAPÍTULO I.....	190
ANEXOS CAPÍTULO II .....	195
ANEXOS CAPÍTULO III.....	197
FUENTES.....	206

# INTRODUCCIÓN

## I

La presente investigación responde a la inquietud por solventar la siguiente interrogante: ¿Cuál fue el impacto de los estudios geológicos de Antonio del Castillo (1820-1895), José Guadalupe Aguilera (1857-1941) y Ezequiel Ordóñez (1867-1950) en la ciencia mexicana? En tanto que, la obra científica de estos personajes se ha trabajado desde distintas ópticas de estudio. Sin embargo, no se ha profundizado en la contribución de su obra geológica con relación al impacto o progreso de la disciplina en sí misma. Se han elaborado trabajos biográficos muy completos y bastante nutridos, pero no se han emprendido estudios que reflexionen sobre la relevancia y particularidades de cada uno de los avances geológicos de la factura de estos tres científicos, relegando la trascendencia histórica de su quehacer geológico-científico. Con ello, no sentenciamos que otros investigadores de la historia geológica mexicana, no tengan importantes contribuciones historiográficas respecto a los personajes referidos, sino que, no hay trabajos que los aborden como conjunto trilógico (exclusivo) en términos de reflexionar el impacto de su obra científica como determinadores de la geología. Desde luego, más adelante matizaremos esta discusión para dejar en claro nuestra propuesta teórica.

En esta lógica, consideramos que la ciencia ha desempeñado una función social que, entre muchas otras tareas, busca mermar de forma racional ciertos problemas que aquejan a la humanidad. La actividad científica, desde antaño se ha desempeñado en intentar resolver planteamientos filosóficos, hasta cuestiones de orden cotidiano que implican una mejoría en el bienestar del hombre. En ello, podemos apreciar cómo la ciencia se ha vuelto parte fundamental de la interacción humana hasta el punto de constituirse como un fundamento de concepción universal de cómo explicar la existencia del hombre y su relación con el mundo.<sup>1</sup> Precisamente, desde su génesis, la Geología ha resuelto muchas interrogantes respecto al origen de la Tierra y el hombre, así como su relación e impacto en su dinámica entre estos dos agentes.

---

<sup>1</sup> Manuel Castillo Martos, “Ciencia, técnica y ¿felicidad?”, en: *Patrimonio Industrial Minero. Nuevas alternativas para una gran historia*, México, Archivo Histórico y Museo de Minería, 2010, p. 364-366.

También, tenemos que la ciencia se ha regido por paradigmas –diría T. Kuhn– que engloban una realidad, un problema, un fenómeno, le dan orden y cause a una problemática. Sin embargo, al llegar a cierto punto de tensión donde su lógica se vuelve ilógica ante un caos desconocido, su explicación colapsa. Aquella anomalía se vuelve indescifrable hasta que aparece un nuevo paradigma con la contraseña adecuada para volver a brindar una resolución en la que sus observadores (los hombres de ciencia de distintas comunidades) vuelvan a acceder con una nueva codificación y poder sortear los retos de la naturaleza.<sup>2</sup>

Naturalmente, la historia de la geología también registra una dinámica en la que se presumen los cambios sustanciales en la comprensión del mundo, del hombre y del universo, desde la óptica geológica, esta comprensión se ha venido modificando a partir de la adopción y adaptación constante de paradigmas, y con ello, la ciencia geológica ha experimentado distintos escenarios. Por ejemplo, está lo ocurrido con su proceso de autonomía entre los siglos XVIII y XIX, donde se discutieron distintas teorías (*neptunismo*, *plutonismo* y *vulcanismo*) acerca de la historia de la Tierra.<sup>3</sup> Cuestión que permearía de forma más tardía en México. E incluso podemos decir que cuando Darwin sustentó su teoría evolucionista en la obra geológica de Charles Lyell,<sup>4</sup> generó una revolución científica.

En la historia de la geología nos encontramos con el periodo que va de 1780 a 1840 (aproximadamente) y se le denomina *edad heroica de la geología*, la cual, se caracteriza por forjar a la ciencia geológica como disciplina autónoma y moderna. Esta cuestión debe quedar muy clara desde el inicio, pues debemos entender a la geología como ciencia moderna a partir de los principios establecidos por la obra clásica de Charles Lyell *Principles of Geology*.<sup>5</sup> Y, ¿qué principios postuló Lyell para que esta lograra su estatus de ciencia moderna y autónoma? Entre otras cuestiones, el geólogo británico sostenía que la Geología debía construirse con base en las leyes de la naturaleza, las cuales resultan ser “permanentes e inmutables”. Esto suponía que las mismas causas que modificaron el pasado de la Tierra, son

---

<sup>2</sup> Miguel A. V. Ferreira, “Más allá del Laboratorio. La Antropología del Conocimiento Científico como apuesta metodológica”, en: *Política y Sociedad*, Madrid, núm. 37, 2001, p. 121.

<sup>3</sup> Francisco Pelayo, *Las teorías geológicas y paleontológicas durante el siglo XIX*, España, Ediciones Akal, 1991, pp. 11-16.

<sup>4</sup> Bernard Cohen, *Revolución en la ciencia. De la naturaleza de las revoluciones científicas, de sus etapas y desarrollo temporal, de los factores creativos que generan las ideas revolucionarias y de los criterios específicos que permiten determinarlas*, España, Gedisa, 2002, p. 279.

<sup>5</sup> Evaristo Álvarez, Muñoz, *Filosofía de las ciencias de la tierra: el cierre categorial de la geología*, España, Pentalfa Ediciones y Fundación Gustavo Bueno, 2004, p. 44.

las mismas que estaban modificando su presente. La obra de Lyell se centraría en un modelo pragmático del espacio gnoseológico, de esta forma, comenzó a derribar los paradigmas diluvialistas y neptunistas.<sup>6</sup> Es principalmente, con este teórico que se gestó el proceso de concreción de la ciencia geológica moderna.

Para el caso de la historia de la geología en México, el proceso fue más disperso y longevo, pasarían cien años para que las condiciones de una geología moderna se emplearan por los geólogos mexicanos. La *edad heroica de la geología mexicana* se gestó entre 1795 y 1895, según Azuela.<sup>7</sup> El periodo de concreción<sup>8</sup> de este largo desarrollo científico correspondió en gran medida a la obra de los geólogos Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez. Cuestión que buscamos demostrar es esta investigación como parte de sus contribuciones a la ciencia nacional. Por lo tanto, es importante que tengamos en cuenta, que empleamos a la denominada *edad heroica de la geología* (incluida la mexicana), únicamente, como un proceso histórico y epistémico que experimentó la disciplina geológica para consolidarse como ciencia moderna y autónoma.

Ante tal avance e intervención geológico-científica hay que considerar las circunstancias históricas que mermaron o permitieron el auge de la geología. Debemos tener en cuenta que en el Porfiriato se evidenció no sólo ideológicamente la tendencia científica, sino que también, pragmáticamente con sus políticas públicas, al destinar de forma abundante recursos económicos y humanos en la promoción de la ciencia. Por ejemplo, en el caso de la Comisión Geográfico-Exploradora, que recibió considerables estímulos económicos de la Secretaría de Fomento, de lo cual, se ha dicho que “no era dinero mal empleado, servía lo mismo para hacer cartografía que para legitimar al régimen y posicionar a México ‘en el concierto de las naciones civilizadas’. Al costo que fuera...”<sup>9</sup> En ese tenor, nuestros sujetos en estudio tuvieron mucho que ver con la promoción científica que promulgaba el Porfiriato, principalmente, a través del Instituto Geológico de México. Estos hombres de ciencia

---

<sup>6</sup> *Ibid.* 284 y 286.

<sup>7</sup> Luz Fernanda Azuela, “La geología en México en el siglo XIX: Entre las aplicaciones prácticas y la investigación básica”, en: *Revista Geológica de América Central*, Universidad de Costa Rica, núm. 41, 2009, p. 100.

<sup>8</sup> Con el término “concreción” nos referimos al hecho de concretar y/o alcanzar una nueva fase de la ciencia geológica, distinta a la anterior. De aquí en adelante, a lo largo de la tesis le damos dicha connotación.

<sup>9</sup> Luz Fernanda Azuela y Claudia Morales Escobar, “Los proyectos de la Secretaría de Fomento, del Porfiriato a la Revolución”, en: José Omar Moncada Maya y Patricia Gómez Rey (Cords.), *El quehacer geográfico: instituciones y personajes (1876-1964)*, México, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 2009 (B), pp. 36-37.

participaron en las investigaciones geológicas del territorio mexicano elaborando las Cartas Geológica y Minera para después exponerlas en eventos de orden internacional, como lo fueron las Exposiciones Universales y los Congresos de Geología.<sup>10</sup>

Es por ello, que concebimos al Porfiriato como un agente propulsor en la vida política, económica y científica de México, y no porque gobiernos anteriores o posteriores no lo hicieran, sino, porque hubo ciertas circunstancias históricas que permitieron un avance en el progreso de la disciplina geológica del país. En esa dirección, contemplamos a nuestros personajes en cuestión, como actores distinguidos de la historia geológica nacional, y los repensamos en función de lo que Peter Burke plantea, es decir, “los intelectuales y hombres de ciencia de la era moderna sólo pueden entenderse ligados a instituciones que les otorga sentido y dirección al trabajo individual; les permite gestionar recursos públicos para realizar sus tareas de enseñanza e investigación en provecho de intereses superiores: que pueden ser la ‘Patria’, la ‘Nación’”.<sup>11</sup> Y puesto que –en gran medida– es el campo institucional el que le da cause y orientación a la labor científica, basare mi estudio en la lógica del estructural-funcionalismo propuesto por Talcott Parsons a fin de tratar a nuestros personajes con base a un esquema fincado en la actividad científica vista desde lo profesional (de la acción social).<sup>12</sup> Si bien, ya hay trabajos sobre la línea institucional, y particularmente, sobre el Instituto Geológico de México, y que incluso abordan el papel de los científicos referidos por esta investigación, como es el caso de la tesis doctoral de Lucero Morelos Rodríguez,<sup>13</sup> que, sin embargo, me atrevo a decir, los historiadores de la geología mexicana no se han direccionado hacia la valoración del impacto de los estudios geológicos de estos hombres de ciencia en la culminación de la geología como disciplina moderna en México.

Con base en lo anterior, manifestamos nuestro interés por estudiar a estos tres personajes en un espacio temporal de 18 años. A partir de 1888, con la creación del Instituto

---

<sup>10</sup> José G. Aguilera, “Prólogo”, en: José G. Aguilera, *Bosquejo Geológico de México*, México, Instituto Geológico de México, Secretaría de Fomento, 1896, pp. 11-15; Rubinovich, Levy, de Luna y Block, 1991, pp. 2-20; Rubinovich y Lozano, 1998, pp. 3-57.

<sup>11</sup> Peter Burke, *Historia Social del Conocimiento: de Gutenberg a Diderot*, Barcelona, Editorial Paidós Ibérica, 2002, pp. 39-61.

<sup>12</sup> Eguzki Urteaga, “Sociología de las profesiones: una teoría de la complejidad”, en: *Lan Harremanak. Revista de Relaciones Laborales*, Universidad del País Vasco, España, núm. 18, 2008, p. 174.

<sup>13</sup> Lucero Morelos Rodríguez, *Historia de las ciencias geológicas en México. De entidad gubernamental a instituto universitario (1886-1929)*, Tesis de doctorado, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

Geológico de México y, lo delimitamos hasta 1906 con la celebración del X° Congreso Geológico Internacional. Para ello me baso en lo que se señala por Morán-Zenteno y Lomnitz,<sup>14</sup> en cuyos eventos geológicos de trascendencia histórica se encuentra un hilo conductor para esta tesis, aunque considero un par de elementos más, que son la fundación del Instituto Geológico y el *Primer Bosquejo de la República Mexicana*. Ya que dichos acontecimientos presumen un estadio de progreso para la ciencia nacional y, en ellos, yace de forma explícita e implícita la obra de tres sujetos destacados de la ciencia geológica en México entre los siglos XIX y XX: Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez.

## II

Bajo esta lógica, me planteé algunos cuestionamientos que me dieran pauta a la justificación y estado de la cuestión de este trabajo sobre los actores en materia, ¿por qué aludir a ellos y no a otros cultivadores del quehacer geológico de esa época? ¿En qué me basé para la selección de esta trilogía científica mexicana? ¿A caso no se han trabajado ya estos tres hombres de ciencia como objetos primordiales en una sola investigación por otros historiadores? Es decir, ¿cuál es la diferencia entre lo ya escrito por otros autores y nuestra presunción teórica? Sabemos de buena fuente –del geólogo José G. Aguilera–, que hacia el último tercio del siglo XIX se aprecia un aumento en el número de científicos mexicanos dedicados al cultivo de la Geología.<sup>15</sup> Y si esto fue así, ¿por qué me limito al estudio de dicha trilogía científica?

Nuestra justificación teórica para abordar el estudio de la citada tríada científica mexicana y no otros como Santiago Ramírez, Mariano Bárcena, Baltasar Muñoz, Lamberto Cabañas, Joaquín L. Rivero, por citar algunos, la basamos en el hecho de que fue el Instituto

---

<sup>14</sup> Que “hay tres hechos sobresalientes que indican el dinamismo de las Geociencias en México en la primera década del siglo XX: 1) el inicio de la participación de científicos profesionales en la exploración de hidrocarburos con la localización del pozo Pez No. 1, el cual fue perforado y terminado en abril de 1904 con una profundidad total de 550 m, hecho que marca el inicio de la producción petrolera comercial en México; 2) la función de la Sociedad Geológica Mexicana (SGM) en 1904; y 3) la celebración del X Congreso Geológico Internacional en la Ciudad de México en 1906”. En: D. Morán-Zenteno y C. Lomnitz, “Las ideas de la tierra en México”, en: A. Menchaca (coord.), *Las ciencias exactas en México*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Fondo de Cultura Económica, Fondo de Estudios e Investigaciones Ricardo J. Zeveda, 2000.

<sup>15</sup> José G. Aguilera, “Reseña del desarrollo de la geología en México”, en: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, tomo I, julio-diciembre 1904, p. 62.

Geológico de México el que marcó un claro y sólido vínculo entre estos tres personajes. Desde su fundación y puesta en marcha (1888-1891), el rango suscitado en dicha institución es la premisa que nos llevó a emprender una investigación que integrara a Del Castillo, Aguilera y Ordóñez. Pues la dinámica jerárquica institucional se manifestó de la siguiente manera: el primer director fue Antonio del Castillo hasta su muerte en 1895, ese mismo periodo lo ocupó Aguilera como subdirector del Instituto Geológico. Después de 1895, Aguilera tomó la dirección mientras que Ordóñez ascendió al cargo de subdirector en julio de 1897.<sup>16</sup>

La cuestión no se limita al sólo hecho de que hayan establecido una relación escalonada dentro de una institución científica de gobierno, sino que va más allá. Piénsese en función de la importancia que representó en aquel momento de la historia el naciente Instituto Geológico de México como prestador de servicios geológicos para la nación. De aquí, que me haya decantado por el estudio de esta trilogía de actores, pues la referida institución fue comandada –principalmente– por estos tres personajes en el lapso de 1888 a 1906. Esto significó que los acontecimientos más distinguidos referidos por Morán-Zenteno y Lomnitz y, que, marcaron a la geología mexicana se dieron casi en su totalidad bajo el sello del Instituto, y por supuesto, corrieron de la mano de los sujetos mencionados. Lo cual implica repensar su quehacer geológico en función de estas consideraciones. Es por ello, que no recurro a la obra de otros destacados geólogos del periodo. Además, podemos decir que la proximidad laboral en la cúpula del Instituto y, ya desde antes, había constituido una estrecha relación que rebasó la cuestión institucional, pues Del Castillo, y en especial, Aguilera y Ordóñez “se convirtieron en compañeros de trabajo inseparables”.<sup>17</sup>

En ese entendido, esta investigación se fundamenta para tomar como objeto de estudio a estos tres personajes. Asimismo, tratamos de enfatizar la diferenciación entre lo ya escrito por otros autores y nuestra propuesta teórica. Para ello, recurro a los trabajos más próximos que refieren a los actores que ahora estudiamos, pues pareciese casi imperceptible la originalidad de esta tesis en términos historiográficos, sin embargo, creo poder brindar una

---

<sup>16</sup> Nomenclatura que se dio por influencia de Aguilera, según Raúl Rubínovich y María Lozano (con la colaboración de Héctor Mendoza Vargas), *Ezequiel Ordóñez. Vida y obra I (1867-1950)*, México, El Colegio Nacional, 1998, p. 52.

<sup>17</sup> Rubínovich y Lozano, 1988: 17.

aportación que refuerce la teoría de que los inicios de la geología moderna en México se remontan al periodo comprendido entre 1888 y 1906 y que en gran parte se debe a la obra científica de la tríada en cuestión.

Sobre la pregunta si hay autores que refieran a estos tres actores en una sola obra, considerados como objetos primordiales de su investigación, aludo los siguientes trabajos que nos remiten de forma más próxima a la trilogía científica seleccionada. Para los estudios de geólogos mexicanos destacados del siglo decimonónico, encontramos la obra de Morelos Rodríguez (2012) titulada *La Geología mexicana en el siglo XIX. Una revisión histórica de la obra de Antonio del Castillo, Santiago Ramírez y Mariano Bárcena*, en la cual, la autora realiza un recuento histórico relevante sobre tres figuras icónicas de la historia de la geología en México, penetrando en las distintas facetas de Del Castillo, Ramírez y Bárcena. Por otra parte, Uribe y Cortés (2006), en su artículo “Andrés del Río, Antonio del Castillo y José G. Aguilera en el desarrollo de la ciencia mexicana del siglo XIX”, esbozan otro recuento histórico destacando las aportaciones científicas de los personajes referidos. En ambos trabajos se refiere a la figura de Antonio del Castillo, lo cual confirma la relevancia histórica de este personaje, quien funge como puente entre dos generaciones de geólogos en el siglo XIX. Mientras que la obra de Morelos refiere sólo a Del Castillo con respecto de los personajes que estudia la presente tesis, en tanto que Uribe y Cortés refieren a dos figuras: Del Castillo y Aguilera.

En el tratado de la vida y obra de Ezequiel Ordóñez encontramos el trabajo biográfico de Rubinovich y Lozano (1988). En cuya investigación se esboza su trayectoria y obra científica, aunque esta última con relación a la Geología es meramente referencial (pero indispensable), lo que da pauta a entablar propuestas más analíticas para la aportación científica de dicho personaje. Asimismo, se encuentra una breve biografía de José G. Aguilera, de la autoría de Rubinovich, Levy, de Luna y Block (1991). Cuyo trabajo es netamente para ubicar los aportes más distinguidos de la carrera de Aguilera. Mientras que, nuestra investigación refiere de forma integral a Del Castillo, Aguilera y Ordóñez como conjunto trológico de estudio.

Lo anterior, no indica que sean los únicos trabajos que han abordado a dichos personajes, pues el registro historiográfico es aún más amplio y, en ese sentido, intentamos

matizar la diferenciación entre lo ya escrito y nuestra presunción teórica. Para ello, es importante tener en cuenta el plano en el que nos desenvolvemos, pues en lo que va del siglo XXI el cultivo de la historia de la ciencia, tanto en México como en Latinoamérica, se ha amplificado y profundizado respecto de la centuria pasada. Cuanto más se intensifica la curiosidad de los historiadores por este campo, mayores son los retos que surgen en el quehacer histórico-científico.<sup>18</sup> En este tenor, la historia de la ciencia aún manifiesta grandes desafíos historiográficos y líneas de investigación por explorar y explotar. E incluso, repensar lo ya escrito desde otras ópticas resultaría enriquecedor para un tema, un fenómeno, un lugar, una temporalidad o un personaje. Lo que nos llevaría a tener un abanico más amplio de elementos y enfoques de estudio para una mejor reconstrucción e interpretación histórica de la ciencia en México. Uno de los retos historiográficos de este campo es, precisamente, la historia de la geología. Ésta última se ha cultivado a partir de las últimas tres décadas del siglo XX, mientras que para el nuevo siglo su estudio se ha proliferado.

Una de estas tareas es conectar el quehacer científico de los hombres de ciencia que dejaron huella en la historia, en textos u otro tipo de trabajo gráfico, en expediciones o representaciones científicas en nombre de la nación. Definitivamente, el trabajo del hombre de ciencia influyó en ciertas áreas, desde luego, en las ciencias que cultivaron y, en cierta medida, en el fomento económico, social, político y cultural. Como lo he señalado, este trabajo se enmarca en el ámbito de la historia de la ciencia, y en particular, de la historia de la geología. En este sentido, concebimos que el papel de los tres científicos en cuestión, tenía un margen de interacción muy diverso y que encuentro acorde a lo expresado por Alexandre Koyré:

“[...] los hechos de la historia de la ciencia no aparecen en forma inconexa en lugar y tiempo determinado, sino que son producto del conjunto de ideas, representaciones y procedimientos propios de los agentes que intervienen en ella [...] El pensamiento científico es parte inseparable del sistema global de ideas de una época [...] la mente humana es un crisol de ideas de diversa índole”.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> Alberto Saladino García, *Elementos para una teoría latinoamericana sobre historia de la ciencia*, México, Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Humanidades, 2015, pp. 177-180.

<sup>19</sup> Bertha Georgina C. Serrano González, “Historiografía koyreana de la ciencia”, en: *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I (Mesa 3)*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Politécnico Nacional, OIE, Agencia Española de Cooperación

De esa manera, el estudio de estos hombres de ciencia, intenta conectar sus aportaciones con los distintos ámbitos de impacto, en especial de la geología nacional. En este contexto, ponderamos la relevancia del estudio histórico-científico dentro de la historia mexicana, y a su vez, el desempeño de los científicos, pues “la historia de la ciencia ocupa el mismo terreno que la historia de la política, ya que los practicantes de la ciencia han creado, seleccionado y mantenido una organización política dentro de la cual operan y elaboran su producción intelectual. La ciencia es el resultado de una creación colectiva, pues la producción intelectual realizada dentro de esa organización política ha devenido un elemento de la actividad política en el Estado”.<sup>20</sup>

El hecho de que la práctica y organización científica de nuestros hombres en cuestión puede equipararse con el plano de la política e incluso de la economía, lo podemos argumentar bajo la ecuación sociológica de Parsons, en el entendido de que el científico debe leerse en función de su actividad profesional. En ese tenor, conjeturamos que la profesión del científico establece una normativa (de acción social) que promueve el orden social, y, por tanto, coadyuba con el funcionamiento armonioso del sistema social (es decir, tiene un carácter político). En tanto que, la producción y el quehacer científico muchas veces incentivan a la economía con sus resoluciones basadas en la razón, o bien, la economía determina la profesión del hombre de ciencia, pues el hecho de que el científico busque forjar una carrera profesional exitosa responde a las circunstancias históricas predominantes, como lo es la economía capitalista moderna y el principio de la división del trabajo.<sup>21</sup> En esa lógica, Koyré tiene razón al afirmar que “el pensamiento científico es parte inseparable del sistema global de ideas de una época”. Por ello, resulta importante ponderar al campo de la ciencia en el mismo renglón que la política y la economía, pues son campos que se pueden determinar entre sí.

Para la realización de esta investigación, nos hemos basado en los trabajos más próximos a las pretensiones teóricas del estudio, las cuales estriban en sus contribuciones a la ciencia geológica mexicana. Desde luego, echamos mano de las fuentes primarias que

---

Internacional, ai, Academia Mexicana de Ciencias, Casa Abierta al Tiempo, Palacio de Minería del 19 al 23 de junio de 2006, pp. 4-5.

<sup>20</sup> Steven Shapin y Simon Schaffer, *El Leviatán y la bomba de vacío. Hobbes, Boyle y la vida experimental*, Buenos Aires, Universidad de Quilmas, 2005, pp. 450-451.

<sup>21</sup> Urteaga, 2008: 174.

tuvimos a disposición. Dichos textos se remiten a informes, discursos, reseñas, artículos, mapas, etcétera y se encuentran en la siguiente documentación: *La Naturaleza. Periódico Científico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*; *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*; *Boletín del Instituto Geológico de México*; *Congrés Geologique International, Compte Rendu de la Xeme Session Mexico 1906*; *Bosquejo Geológico de la República Mexicana* (1899); entre otros que se referirán a lo largo del capitulado.

Uno de los trabajos que nos ha despejado una serie de dudas sobre las particularidades históricas en torno al devenir histórico de la geología, es la obra del filósofo y geólogo Evaristo Álvarez Muñoz (2004) *Filosofía de las ciencias de la tierra: el cierre categorial de la geología*. El autor someta a reflexión el proceso terminológico y epistémico de la Geología, lo que nos ha permitido extraer algunas ideas claves para el caso de la geología mexicana decimonónica y con ello intentar comprender y dar matiz al desenvolvimiento del quehacer geológico de nuestros sujetos en estudio, en términos de lo que se entiende como geología moderna.

Los historiadores de la ciencia que han abordado líneas de investigación en el campo de la geología mexicana, pronto se encontraron con las figuras de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez. Los han puesto en un nivel de importancia considerable y han convergido en que la historia de la geología en el Porfiriato no se puede comprender sin la referencia de estos científicos. Desde ópticas biográficas, prosopográficas, institucionales, académicas, técnico-educativas se ha logrado explorar a dichos personajes. Empero, en nuestra opinión, creemos que no se ha profundizado lo suficiente en el análisis de cómo su obra científico-geológica determinó a la disciplina misma, convirtiéndola en una ciencia moderna, según los preceptos teóricos desarrollados en el viejo continente por Charles Lyell. Y para lograr argumentar dicha cuestión, sometemos a estudio los eventos históricos más relevantes entre 1888 y 1906, en donde pretendemos demostrar las cualidades del quehacer científico de esta trilogía de personajes que den evidencia de su estadio moderno. Es así que concebimos un enfoque distinto y aunque varios autores exaltan el papel de los citados hombres, no se ha valorado lo que proponemos con esta presunción.

Nuestra inquietud teórica por emprender esta investigación surge a raíz de analizar el área de oportunidad de la historiografía geológica, donde –principalmente– tres artículos

nos presumen la viabilidad del estudio. El primero que nos llama la atención es el de la investigadora Luz Fernanda Azuela (2009) “La geología en México en el siglo XIX: entre aplicaciones prácticas y la investigación básica”, de aquí, abstraigo tres elementos que me permitieron fundamentar nuestro supuesto teórico: en primer lugar, la autora analiza el proceso que sufrió la geología mexicana desde su acepción naturalista hasta maduración como disciplina moderna, y distingue en ello, que la *edad heroica de la geología mexicana* abarcó un siglo (1795-1895). En contraste con la experiencia europea, la cual se desarrolló entre 1780 y 1840. Para el caso de México, fue un proceso más complejo y dispar.

El segundo elemento que encontramos y deriva del primero, es que, en las últimas décadas de dicho lapso mexicano de consolidación disciplinar, la autora distingue la activa participación de Antonio del Castillo –especialmente–, quien desempeñó tareas cruciales para guiar y fortalecer la disciplina geológica. El tercer aspecto que rescatamos, evidencia el carácter utilitario que tuvo para el gobierno en turno, y cómo la práctica científica de finales del siglo XIX terminó por legitimar a la geología como ciencia. Con base en estas tres apreciaciones es que comenzamos a redireccionar nuestra investigación. Ello nos llevó a preguntarnos ¿qué tareas pudieron haber alumbrado la consolidación de la geología mexicana como disciplina científica y moderna?

El segundo estudio que nos brindó una pista sólida para proseguir con nuestro planteamiento, fue el siguiente, pues los autores señalan que Antonio del Castillo fue el vínculo entre la concepción de Werner y la de Lyell, es decir, “entre la pre-geología y la geología moderna”.<sup>22</sup> Con ello, estos investigadores rescatan un elemento fundamental para desentrañar el curso histórico de la geología como disciplina moderna y autónoma en la experiencia mexicana. Ese aspecto elemental es la figura de Del Castillo, la cual pretendemos fijar como uno de los protagonistas de la concreción de dicho proceso histórico-científico.

En ese sentido, el tercer trabajo que nos dio la pauta para delimitar con mayor precisión nuestro objeto de estudio fue el de Enrique González Torres (2004) con su artículo “Bosquejo sobre la evolución de la Geología en México (1904-2004)”, de este distingo por lo menos dos premisas. La primera, y lo refiero textualmente: “aun cuando se toma como referencia inicial el año 1904 [punto de partida de la geología moderna mexicana, según el

---

<sup>22</sup> Uribe y Cortés, 2006: 516.

autor], en forma más objetiva y precisa el inicio de esta etapa bien podría prolongarse al año 1888 [con] la creación del Instituto Geológico de México”. De aquí el autor, aunque de forma muy breve, indica la raíz de la geología moderna en nuestro país, con ello tenemos un elemento más conciso para desarrollar nuestra investigación. Pues, González señala que dicha institución científica realizó tareas vitales para la disciplina como la Carta Geológica y Minera de México.

La segunda cuestión que vimos en este texto y que se desprende de la primera, es que la geología mexicana desempeñó una “intensa inercia” que terminó por generar otros proyectos de alto impacto científico para la nación. Tal fue el caso de la formación de la todavía existente Sociedad Geológica Mexicana (fundada en 1904) y el Servicio Sismológico Nacional creado en 1910, entre otros, como los referidos anteriormente con Morán-Zenteno y Lomnitz. Estos dos artículos me permitieron vislumbrar una línea de investigación, que, desde luego, se anexa a lo ya escrito por otros investigadores, pero con una óptica distinta y que busca analizar la naturaleza de la obra científico-geológica de los hombres en estudio.

Tanto Azuela como Uribe y Cortés y González nos remiten a un importante proceso histórico de la geología, la primera nos encamina en el largo andar que la disciplina experimentó para culminar como una ciencia autónoma; mientras que, los segundos, nos proporcionan un importante hilo conductor de dicho proceso, con la figura de Del Castillo como factor clave; en tanto que, el tercero puntualiza el parteaguas de la geología moderna en México (1888), empero, no abundan sobre el papel de los hombres de ciencia que fueron artífices de la concreción de la geología como disciplina científica moderna. Desde luego, para seguir la trayectoria y obra de los actores detrás del progreso geológico, nos apoyamos en las múltiples obras que abordan a las tres figuras más importantes en el arranque del Instituto Geológico: Del Castillo, Aguilera y Ordóñez.

Trabajos como el de José Alfredo Uribe Salas y María Teresa Cortés (2006)<sup>23</sup> nos han acercado al campo de interacción ciencia-Estado en el siglo XIX, donde saltan los nombres de la trilogía en cuestión. Si bien analizan satisfactoriamente la trayectoria y obra de los hombres de ciencia (a lo largo de la centuria decimonónica) en términos de cómo fueron moldeando la disciplina geológica, institucionalmente hablando y, buscan dimensionar su

---

<sup>23</sup> *Ibid.*

importancia en la vida política de México, no abordan el tema de la definición de la geología como ciencia moderna en función del quehacer científico de los actores.

Similar al estudio que delinea Fernanda Azuela (antes referido), se encuentra con mayor amplitud la obra de Uribe Salas (2015): *Los albores de la geología en México. Mineros y hombres de ciencia*, el cual, también recoge la experiencia geológica a lo largo del siglo XIX a través del estudio de los distintos actores (distingue las generaciones de hombres de ciencia de la Tierra), y más bien, se centra en la comprensión de la comunidad científica en torno a las ciencias de la Tierra. El autor analiza la cuestión epistemológica y entrama una discusión interesante que nos ayuda a analizar la historia de la disciplina, sin embargo, al igual que Azuela, no profundiza en los avances geológicos que sobresalieron en el albor del siglo pasado y que vislumbran un importante objeto de estudio para una comprensión más completa de la historia de la geología y, en particular, en la obtención de una visión más integra sobre los actores en estudio.

Los autores que más han trabajado las figuras de Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez son Lucero Morelos Rodríguez,<sup>24</sup> José A. Uribe Salas<sup>25</sup> y Luz Fernanda Azuela.<sup>26</sup> La primera entrama una serie de estudios desde el enfoque biográfico,

---

<sup>24</sup> Lucero Morelos Rodríguez, *La Geología Mexicana en el siglo XIX. Una revisión histórica de la obra de Antonio del Castillo, Santiago Ramírez y Mariano Bárcena*, México, Secretaría de Cultura de Michoacán, Plaza y Valdés, 2012; Lucero Morelos Rodríguez, *Historia de las ciencias geológicas en México. De entidad gubernamental a instituto universitario (1886-1929)*, Tesis de doctorado, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2014; Lucero Morelos Rodríguez y José Omar, Moncada Maya, “Orígenes y fundación del Instituto Geológico de México”, *Asclepio*, 67 (2) julio-diciembre 2015; Lucero Morelos Rodríguez y José Omar Moncada Maya, “El mapa geológico de México. La presencia de una nueva disciplina en el México del siglo XIX”, en: Francisco Roque de Olivera (org.), *Cartográficos para toda la Tierra. Producción y circulación del saber cartográfico iberoamericano: Agentes y contextos*, Lisboa, Biblioteca Nacional de Portugal, volumen 2, 2015; Francisco Omar Escamilla González y Lucero Morelos Rodríguez, *Escuelas de minas mexicanas 225 años del Real Seminario de Minería*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2017, entre otros.

<sup>25</sup> José Alfredo, “Labor de Andrés Manuel Del Río en México: Profesor en el Real Seminario de Minería e Innovador Tecnológico en Minas y Ferrerías”, *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*. Vol. LVIII, Número 2, Julio-diciembre 2006; José Alfredo y María Teresa Cortés Zavala, “Andrés del Río, Antonio del Castillo y José G. Aguilera en el desarrollo de la ciencia mexicana del siglo XIX”, en: *Revista de Indias*, España, Instituto de Historia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2006, vol. LXVI, no. 237; José Alfredo Uribe Salas, “La formación de ingenieros en México: siglo XIX”, en: Jorge Silva Riquer (coord.), *Entre la Interpretación Histórica y el Discurso de Investigación*, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Historia, Facultad de Filosofía “Dr. Samuel Ramos”, Instituto de Investigaciones Históricas, SEP, Subsecretaría de Educación Superior, 2009; José Alfredo Uribe Salas, *Los albores de la geología en México. Mineros y hombres de ciencia*, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Historiadores de las Ciencias y las Humanidades, A.C., 2015.

<sup>26</sup> Luz Fernanda Azuela, “La geología en México en el siglo XIX: Entre las aplicaciones prácticas y la investigación básica”, en: *Revista Geológica de América Central*, Universidad de Costa Rica, núm. 41, 2009; Luz Fernanda Azuela y Claudia Morales Escobar, “Los proyectos de la Secretaría de Fomento, del Porfiriato

disciplinar, institucional y técnico-educativo. El segundo, más ocupado por las comunidades científicas, sociedades (redes) y la práctica científica (con el estudio de los ingenieros). La tercera, se ha dedicado a resaltar el apartado práctico de los hombres de ciencia, sus asociaciones y la relación ciencia-Estado. Desde luego, no son los únicos, pero si los que ocupan un reglón más extenso sobre la investigación de estos personajes. Si bien, estos autores han tocado puntos nodales en la historia de dichos actores, podemos decir, que no han profundizado en el enfoque que González Torres señala como las bases de la geología moderna en México, por ello, vemos en esta lógica la pertinencia y viabilidad de nuestra investigación.

### III

En esta tesis postulamos como objetivo general hacer una reflexión sobre los estudios de la obra geológico-científica de los personajes en cuestión, que coadyube a explorar con mayor detalle las particularidades e importancia de sus aportaciones a la ciencia geológica en México, en un determinado espacio que va desde la fundación del Instituto Geológico de México (1888), hasta la celebración del décimo Congreso Geológico Internacional (1906). Periodo en el que encontramos una protagónica participación de estos hombres de ciencia en el escenario científico e institucional de la geología nacional.

En este sentido, nos planteamos tres objetivos a desarrollar (uno por capítulo) para guiar esta investigación: en el primero, proponemos exponer la situación histórica de la geología mexicana entre finales del siglo XIX y principios del XX. Además, explorar los vínculos profesionales de Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez. En segundo lugar, procuramos analizar la experiencia local de los tres científicos en función de cómo se vincularon sus conocimientos y estudios geológicos a los eventos de carácter internacional, particularmente en las Exposiciones Universales y en los Congresos

---

a la Revolución”, en: José Omar Moncada Maya y Patricia Gómez Rey (Cords.), *El quehacer geográfico: instituciones y personajes (1876-1964)*, México, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 2009; Luz Fernanda Azuela y Rafael Guevara Fefer, “La Ciencia en México en el siglo XIX: una aproximación historiográfica”, *Asclepio. Revista de Ciencia de la Medicina y de la Ciencia, España*, CSIC, Vol. L-2, 1998; Luz Fernanda Azuela Bernal, “La emergencia de la Geología en el horizonte disciplinario del siglo XIX”, en: Jorge Bartolucci (coord.), *La saga de la ciencia mexicana. Estudios sociales de sus comunidades: siglo XVIII al XX*, México, Coordinación de Humanidades, Universidad Autónoma de México, 2011; entre otras.

Geológicos. Finalmente, en el tercer objetivo buscamos reflexionar sobre la relevancia histórica de la obra de los científicos en estudio, en la concreción de la disciplina geológica como ciencia moderna para el caso mexicano.

En virtud de los tópicos planteados, pretendemos solventar, hasta cierto punto, la falta de profundidad en la importancia histórica de la obra geológica de los actores en discusión. Desde luego, generar una aportación histórica e historiográfica en este ámbito no es tarea sencilla, empero, estos hombres de ciencia cuentan con un amplio abanico de actividades que evidencian su protagonismo histórico en el campo de la ciencia geológica. En este sentido, es que tratamos de mostrar en esta tesis, una exposición y reconstrucción de los escenarios en los que interactuaron y participaron.

#### IV

Con base en las pretensiones ya anunciadas, manifestamos nuestra presunción teórica basada en el supuesto de que la obra científico-geológica de Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez fue fundamental y decisiva para la concreción de la disciplina, entre los años 1888 y 1906. Su quehacer geológico resulta ser imprescindible para comprender la historia de la geología moderna de México, toda vez, que sus aportaciones determinaron a la ciencia geológica misma.

#### V

La ecuación metodológica en la que nos basamos para el tratado de nuestra premisa teórica se sustenta en un enfoque múltiple que busca exponer distintas aristas de nuestro objeto de estudio, esto, con la finalidad de brindar una reflexión más amplia y profunda que abone a la discusión historiográfica de este campo histórico. Sin embargo, la mayor parte de nuestra investigación se adhiere al estructural-funcionalismo del sociólogo Talcott Parsons. De este sistema de ideas abstraemos un par de categorías: 1) el concepto de *profesional* y 2) la noción *acto unidad* que se vislumbra a partir de un sistema de unidades de acción. El primero lo conectamos con el quehacer científico y, la segunda, la vinculamos para matizar la naturaleza de la obra geológico-científica de los personajes en discusión. Antes de aplicar a mis sujetos de estudio la noción de *profesional* de Parsons, quiero manifestar que la teoría sociológica de las profesiones advierte una complejidad conceptual sobre dicho término, y aunque, lo

que planteó Parsons es muy conciso, creo que se debe señalar que algunos sociólogos distinguen una importante diferencia (que incluye a la de Parsons) de la definición de *profesional* vinculado a la institución.

Eliot Freidson señala que la estrechez del concepto institucional de profesión con relación a los usos que se le ha dado, en algunas ocasiones ha tendido a caer en la confusión. En ese sentido, el autor opone dos variantes: la primera, “refiere a un amplio estrato de ocupaciones relativamente prestigiadas, pero de muy diversa índole, cuyos miembros han tenido algún tipo de educación superior y se identifican más por su estatus educativo que por sus habilidades ocupacionales específicas”.<sup>27</sup> Mientras que el segundo, se proyecta “como un número limitado de ocupaciones que tienen más o menos en común rasgos característicos institucionales e ideológicos particulares”.<sup>28</sup> De esta segunda, Freidson puntualiza que es con la que se “permite pensar en el ‘profesionalismo’, como una forma de organizar una ocupación”. En este sentido, se entrevén dos grandes bloques de profesionistas en términos de la teoría sociológica de las profesiones. De aquí podemos conjeturar que nuestros científicos se identifican más o menos con la segunda noción, ya que la primera manifiesta un marcado énfasis en su estatus educativo, y no por sus habilidades como profesionistas de la ciencia geológica. Pues bien sabemos, que, Del Castillo, Aguilera y Ordóñez, se les puede pensar en función de su profesionalismo, pues estos actores demostraron tener vocación científica por la geología y ciencias afines y en esa vía se entregaron a una causa: a la ciencia misma y a servir a la nación.<sup>29</sup> Por ello, antes de introducirnos en el modelo de Parsons, hicimos esta diferenciación conceptual del término profesional.

Una vez señalado lo anterior, me concentraré en delimitar el esquema Parsoniano que empleo como herramienta metodológica. Dentro del ámbito sociológico es bien conocida la influencia de Parsons en la teoría de las profesiones, y para él, hablar de profesiones responde a un mundo liberal moderno basado en “la racionalidad, el universalismo, el interés colectivo [y] la frialdad en las relaciones personales”,<sup>30</sup> que, de hecho, los lazos de amistad no eran tan fríos entre los personajes que estudiamos, en cuanto a las demás relaciones personales con

---

<sup>27</sup> Eliot Freidson, “La teoría de las profesiones. Estado del arte”, en: *Revista. Perfiles Educativos*, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, UNAM, núm. 93, vol. XXIII, 2001, p. 32.

<sup>28</sup> *Ibid.*

<sup>29</sup> Max Weber, *El político y el científico*, México, La Red de Jonás, 1981, pp. 67-69.

<sup>30</sup> Jaime Martín Moreno y Amando de Miguel, *Sociología de las profesiones en España*, Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas, 1982, p. 24.

otras personas no nos consta, a lo demás expuesto por el sociólogo, concuerda con su visión de profesional.

Parsons distingue tres elementos que definen al profesional. En primer lugar, dista al empresario respecto del profesionista, pues para el autor, la relación que se establece con el cliente se debe basar en una neutralidad racional, ya que para el empresario es primordial usufructuar con dicho vínculo. De este modo, podemos deducir que el profesional debe brindar un servicio basado en su vocación (digamos científica) y, ésta, será en beneficio del orden y el control social. En segundo lugar, el profesional por su condición de sujeto con conocimientos que lo especializan en una competencia técnica, emana una autoridad que conforma una estructura sociológica particular (sistema de relaciones de una sociedad, comunidad o grupo) generando con ello un campo de acción y servicio más acotado para cliente, pero no por ello deficiente. Como tercer aspecto, declara que el profesional ejerce cierto desapego a las acciones afectivas que incluyen las tradiciones familiares o religiosas.<sup>31</sup> Lo que concluimos de esta última, es que Parsons atribuye su lógica a que la actividad profesional es parte medular del sistema moderno-liberal, puesto que los profesionales se basan en la racionalidad y no en lo emocional.

Con base en el paradigma de Parsons, ¿cuál sería el binomio profesional-cliente en nuestro caso de estudio? Puesto que los profesionistas Del Castillo, Aguilera y Ordóñez laboraron en comisiones geológicas transitorias y, más tarde, en el Instituto Geológico de México. De esta manera, encontramos su situación laboral adosada al mandato gubernamental a través de las instituciones y los servicios competitivos (servicios geológicos) que brindaron y se encaminaron, prioritariamente, a tareas que demandó el “gobierno” de Porfirio Díaz. Por lo tanto, aquí la relación profesional-cliente es: geólogos (profesional) – gobierno (cliente), en esta ecuación “geólogos-gobierno” se encuentran en el esquema gubernamental, es decir, cada uno se define por su función particular y buscan reproducir una estructura social de relaciones, la cual, para el caso del Porfiriato se basó ideológicamente en el orden y el progreso. En este sentido, nuestros profesionales como operadores del Instituto Geológico fundado para realizar investigaciones racionales del suelo mexicano, adquiere la connotación Parsoniana de institución estratégica para el funcionamiento del sistema social, toda vez, que ésta fomentó el conocimiento científico de

---

<sup>31</sup> Urteaga, 2008: 174.

la geología mexicana en beneficio de la sociedad, la economía, la política y de la ciencia de México.

Ahora bien, los historiadores que han abordado el estudio de nuestros profesionales en cuestión, han referido su “obra” en términos generales. Abarcando las facetas: científica, técnica, intelectual, documental, etcétera, pero, no han especificado en qué proporciones teóricas o metodológicas, o, mejor dicho, qué componentes integran la óptica de análisis de esta. Con ello, no quiero decir que los trabajos en sí carezcan de teoría y métodos, sino que, en exclusiva, me refiero al término “obra”, el cual, no lo explican del todo, sólo lo refieren como producto de un quehacer, ya sea científico o de otro ámbito, o bien, la refieren de manera global haciendo alusión a todas las aportaciones a lo largo de la trayectoria de los personajes. Dicha desatención puede validarse en función de las premisas teóricas que los investigadores han planteado para sus trabajos y han optado por ahondar en otros aspectos de importancia histórica.

¿A qué tipo de obra me refiero y qué entiendo por ello? Específicamente, me delimito a la “obra geológico-científica”<sup>32</sup> de los personajes en cuestión. Y concibo por obra a un producto (o, a un conjunto de productos) intelectual del ámbito científico y que en ella descansa cierto nivel de importancia.<sup>33</sup> Sin embargo, no busco incluir como objeto de estudio sus publicaciones, sino que, solamente la materialización de sus proyectos o estudios geológicos. Ahora bien, la encomienda medular es cómo vamos a abordar dicha categoría. Esta acepción la pensamos –en términos de la tesis de Parsons– como un “sistema de acción”, que, a su vez, se compone por unidades básicas o “actos unidad”. Este acto unidad funge como un marco analítico de la acción, o sea, para este caso será una referencia de análisis para la obra de nuestros personajes. Es decir, la noción “obra geológico-científica” la planteamos como un ente que se compone de todas las obras científicas (en cada uno de los

---

<sup>32</sup> Con ello nos referimos a las aportaciones que derivaron del quehacer científico que emprendieron Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez hacia el estudio y desarrollo de la ciencia geológica en México.

<sup>33</sup> Concepto: “obra”, en: *Diccionario de la Lengua Española*, Madrid, Real Academia Española, 2019. [en línea] [dle.rae.es/srv/fetch?id=QnrhaT6](http://dle.rae.es/srv/fetch?id=QnrhaT6) [consulta: 03 de julio de 2019].

actores) encaminadas al desarrollo geológico de México, entonces, nuestra ecuación sería: obra geológico-científica<sup>34</sup> es igual a sistema de acción.<sup>35</sup>

Bajo esta lógica, vamos a matizar nuestro sistema de acción que es equivalente a la obra geológico-científica. Dicha obra, la comprendemos a partir de una serie de cualidades particulares denominadas unidades básicas o actos unidad. Si seguimos la analogía Parsoniana de la mecánica clásica, podemos vislumbrar la siguiente categorización: la obra en general (que sería la composición global de la materia) de cada uno de los personajes que ahora estudiamos, se constituye, a su vez, por varias obras (estas serían las partículas a las que se refiere Parsons). Por poner un ejemplo, analicemos el caso del geólogo Antonio del Castillo. Los investigadores refieren que este ingeniero tiene una relevante obra científica (pensémosla únicamente en términos geológicos), dicha obra se articula por varios productos intelectuales (obras), tales como la iniciativa en la creación de la Escuela de Minas del Fresnillo (1854), el *Primer Bosquejo de la Carta Geológica de la República Mexicana* (1889) y el proyecto de fundación del Instituto Geológico de México (1888). Cada una de estas obras es una partícula (es un acto unidad), que, a su vez, integran su obra geológico-científica (sistema de acción). De esta manera, la fórmula se puede reproducir con cada uno de los actores que ahora trabajamos.

Con ello, buscamos centrarnos solamente en la obra geológica que materializaron Del Castillo, Aguilera y Ordóñez, no pretendemos enfocarnos en sus publicaciones (artículos, informes, reseñas, etc.) como objeto de estudio ya que estas son el reflejo de la realización de un proyecto (obra) o algún estudio emprendido, y más bien, fungen como fuente. El esquema en que nos basamos para el estudio de cada una de las obras referidas en esta investigación, se articula con los elementos que componen un “acto unidad” según Parsons: 1) Actor: es el agente social (individuo); 2) Finalidad: es la meta del actor vista a futuro y que da dirección a la acción; 3) Situación de la acción: es la intervención del actor, la cual se bifurca en los siguientes elementos: 3.1) Condiciones: esta son las circunstancias que el actor no puede controlar (fuera de su alcance) y pueden o no afectar el desarrollo de su obra; 3.2)

---

<sup>34</sup> De aquí en adelante, al referirnos a la “obra” de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez piénsese siempre en función de esta connotación teórico-metodológica. En ocasiones la referiremos de manera indistinta, ya sea, obra geológico-científica o simplemente obra, sin que esta última pierda la categoría conceptual que le hemos asignado.

<sup>35</sup> Talcott Parsons, *La estructura de la acción social*, Madrid, Ediciones Guadarrama, 1968, p. 81-83.

Medios: son las circunstancias que el actor puede manipular y direccionar en beneficio de su obra; 4) Orientación normativa: esta refiere a una especie de medida o selector de las alternativas que tiene el actor para concretar su fin. La “orientación normativa” determina el tipo de relación o la naturaleza del acto unidad en cuestión y a la vez permite analizar al acto mismo.<sup>36</sup>

La categoría que emplearemos para comprobar nuestra hipótesis la verteremos en la conclusión final, como dispositivo de análisis teórico-metodológico que nos ayude a verificar nuestra presunción teórica. Dicho concepto es el de *cierre categorial* el cual aplicaremos a las contribuciones de nuestra trilogía científica que examinamos en esta investigación. Puesto que buscamos demostrar si la obra geológica de los geólogos en cuestión generó un pacto en la disciplina misma y, si lo hubo, ver en qué medida lo hubo, en ese sentido concluiremos con el empleo de esta categoría. Evaristo Álvarez sostiene que para determinar la construcción científica moderna (en este caso de la geología) debe darse “una objetividad material que les haga segregables del sujeto; en virtud de tal relación, la formación puede llegar a alcanzar el nivel de término esencial que estructura y organiza el material del campo neutralizando al sujeto operatorio. Será entonces cuando el cierre categoría quede plasmado: [en] el momento que una construcción se organiza (se cierra)”.<sup>37</sup> Bajo esta lógica operaremos el cierre de nuestra investigación a fin de dimensionar de mejor manera el impacto de las contribuciones de estos personajes a la geología mexicana entre 1888 y 1906.

Una vez indicado lo anterior, no está demás decir que se acudió a procedimientos básicos para guiar la recopilación de datos producto de la actividad empírica, así como a la recolección de información habida en repositorios digitales, bibliográficos, hemerográficos y de archivos. En ese sentido, se emplea la selección de las fuentes y la abstracción de las ideas plasmadas en las lecturas. Asimismo, cabe señalar que, dada la naturaleza de nuestra óptica, creemos factible el uso indistinto de las fuentes primarias y secundarias, primando así, el objetivo de nuestra investigación, pues lo que buscamos demostrar está contenido tanto en los documentos de primera mano como en los de los investigadores, ya que nuestra investigación busca diferenciarse por el enfoque de estudio, es decir, en cierta medida, repensar lo ya escrito en función de la premisa teórica que hemos planteado.

---

<sup>36</sup> *Ibid.*

<sup>37</sup> Álvarez, 2004: 201.

## VI

Nuestra investigación se divide en tres partes. En cada una de las porciones incluimos una introducción que plantea una pregunta vinculada a los objetivos y, asimismo, al final de cada capítulo integramos una conclusión que reflexiona sobre lo tratado en cada apartado. A lo largo del trabajo se incluyen varias tablas, mapas y algunos gráficos que complementan los argumentos de nuestra tesis en virtud de ofrecer un trabajo con recursos que acompañen el desarrollo del texto. Al final de los apartados hacemos una valoración global de nuestro estudio en función de nuestras presunciones teóricas, la cual se ilustrará en las conclusiones generales. Finalmente, se incluye un apartado de Anexos, el cual funge como complemento adicional a nuestro trabajo.

## VII

Las fuentes que utilizamos para el desarrollo de esta investigación, provienen de distintos niveles de información. Se acudió de forma prioritaria a la literatura especializada sobre el tema, ya que la tarea –en cierta medida– es enfocar lo ya escrito hacia la enfatización del papel y contribuciones a la de la disciplina geológica de los tres hombres de ciencia en estudio. Naturalmente, las fuentes primarias han sido fundamentales en este trabajo, por fortuna, tenemos a la mano algunos documentos históricos que nos conectan directamente con las actividades y aportaciones de Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez. Tales escritos son: *La Naturaleza. Periódico Científico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, *Boletín del Instituto Geológico*, *Comisión Geológica* y *el Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, en los cuales yacen varios textos de la autoría de dichos hombres. También, hemos acudido a los siguientes archivos históricos: al Acervo Histórico del Instituto de Geología (AHIG), al Acervo Histórico del Palacio de Minería (AHPM) y al Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México (AHUNAM).

En cuanto al material bibliográfico, lo hemos consultado en diversas bibliotecas de Morelia y de la Ciudad de México. De la primera localidad, acudimos a la Biblioteca “Gral. Lázaro Cárdenas” de la Facultad de Historia, a la Biblioteca “Luis Chávez Orozco” del Instituto de Investigaciones Históricas, a la Biblioteca del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, a la Biblioteca “Dr. Samuel Ramos M.” de Filosofía, a la Biblioteca “Ricardo Torres Gaytan” de Economía, a la Biblioteca “Dr. Robert Mundell” del Instituto de

Investigaciones Económicas y Empresariales y a la Biblioteca Pública Universitaria. Todas pertenecientes a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. De aquí, recopilamos información que nos ayudó a entramar algunas cuestiones teóricas y conceptuales para el proyecto.

En tanto que, de la Ciudad de México, acudimos a la Biblioteca del Instituto de Geografía “Antonio García Cubas”, a la Biblioteca “Antonio M. Anza” del Palacio de Minería y a la Biblioteca Central de la Universidad Nacional Autónoma de México. De las cuales, consultamos algunos materiales especializados en torno a la geología mexicana y, que han servido para desarrollar esta investigación. También es importante referir que el internet ha sido parte elemental en la búsqueda de información, ya que varios artículos, datos y algunos libros especializados en el tema, sobre los personajes o temas afines, han sido localizados en la red. Por supuesto, seleccionamos los materiales que consideramos con el rigor académico suficiente y que provienen de plataformas institucionales académicas (o de gobierno) y de revistas científicas acreditadas.

Entre las plataformas y demás recursos en línea que consultamos para la reconstrucción histórica y/o complemento en la investigación, consultamos el *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* ([boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/](http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/)), el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México ([www.geologia.unam.mx/](http://www.geologia.unam.mx/)), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía ([www.inegi.org.mx/](http://www.inegi.org.mx/)), a *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia* ([asclepio.revistas.csic.es/index.php/asclepio](http://asclepio.revistas.csic.es/index.php/asclepio)), a Toda la UNAM en Línea ([www.unamenlinea.unam.mx/](http://www.unamenlinea.unam.mx/)), a la Biblioteca Virtual de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (<http://dominio.dgb.umich.mx>), la Sociedad Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra ([www.aepect.org/](http://www.aepect.org/)), al Ilustre Colegio de Geólogos ([cgeologos.es/](http://cgeologos.es/)), al Servicio Geológico Mexicano ([www.gob.mx](http://www.gob.mx)), el portal bibliográfico Dialnet ([dialnet.unirioja.es](http://dialnet.unirioja.es)), al Instituto Nacional de Prevención Sísmica ([www.inpres.gob.ar](http://www.inpres.gob.ar)), a JSTOR ([www.jstor.org/](http://www.jstor.org/)) y Google Libros ([books.google.es](http://books.google.es)).

## CAPÍTULO I

### LA GEOLOGÍA MEXICANA Y LOS GEÓLOGOS ANTONIO DEL CASTILLO, JOSÉ G. AGUILERA Y EZEQUIEL ORDÓÑEZ

*No hay lugar en la vasta extensión del planeta que deje de ofrecer, ante la escrutadora mirada del geólogo, interés especial, tanto más cuanto que los desarrollos que la ciencia geológica adquiere sin cesar, presentan puntos de vista nuevos, aun tratándose de regiones ya estudiadas bajo otros aspectos.*<sup>38</sup>

#### INTRODUCCIÓN

En este primer capítulo nos ocupamos de trazar las dimensiones y delimitaciones del escenario de acción en el que interactuaron los actores en estudio y, en ese sentido, señalar el protagonismo que tuvieron otrora. Con ello manifestamos nuestro interés por repensar el pasado de tres sujetos en términos de lo que fue su obra científica, ligada con particular atención al quehacer geológico y cómo ésta permeó en el conocimiento racional del territorio mexicano. Esto nos lleva a redimensionar la relevancia histórica que tuvieron dichos personajes y de alguna manera explicar la trascendencia espacio-temporal de su obra científico-geológica.<sup>39</sup>

La importancia de realizar estudios en torno a los hombres de ciencia reside en ligarlos a los procesos y circunstancias históricas que han marcado un antes y un después en el comportamiento (en términos políticos, económicos, científicos, sociales, culturales, etcétera) de un país o una sociedad.<sup>40</sup> El impacto generado por uno o más actores intelectuales, en tanto se consideren hombres de carácter público o activos y como sujetos

---

<sup>38</sup> Leopoldo Salazar Salinas, “Estudios geológicos en el estado de Michoacán de Ocampo”, en: *Revista de la Universidad de México*, tomo IV, núms. 23-24, septiembre 1932, p. 446.

<sup>39</sup> W. H. Walsh, *Introducción a la filosofía de la historia*, México, Siglo XXI editores, 1989, pp. 29-35; Ralph Linton, *Estudio del hombre*, México, Fondo de Cultura Económica, 1982, pp. 407-426.

<sup>40</sup> Peter Burke, *Historia Social del Conocimiento: de Gutenberg a Diderot*, Barcelona, Ediciones Paidós Ibérica, 2002, pp. 39-61.

que influyen en un campo de acción social, deben ocupar un nicho más protagónico en la historia de México, ya que el liderazgo de estos sujetos se manifestará de forma material y/o cultural.<sup>41</sup> Y más aún en un periodo histórico como lo fue el Porfiriato, puesto que la historiografía mexicana (en cuanto a ese periodo se refiere) está plagada de investigaciones que abordan a personajes del ámbito político y económico, primordialmente.

El liderazgo de Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez debe matizarse a partir de la valoración de sus aportaciones o desarrollo de proyectos científicos (servicios geológicos) exigidos por los gobiernos en turno; ya que esto supondría que su labor estaba encaminada a resolver una serie de problemáticas del país de incumbencia socio-económica e incluso política, en un sentido progresista.<sup>42</sup> Entiéndase a la actividad geológica de dichos profesionistas (ingenieros geólogos), como un asunto de carácter nacional por la trascendencia que tuvieron sus aportaciones en el progreso de la ciencia y del país.

Las interrogantes que conciernen a este primer capítulo manifiestan nuestro interés por exponer el devenir histórico de la geología en el siglo XIX y además analizar el vínculo profesional de los personajes en estudio. ¿Cómo se concebía a la ciencia geológica en México entre siglos (XIX y XX), en términos de su campo de estudio? ¿se puede vislumbrar una delimitación del estudio de la Geología? ¿en qué estadio se encontraba la consolidación de la geología con relación al quehacer científico-geológico en México a principios del siglo XX? ¿la institucionalización de la ciencia geológica fue un proceso gestado en el Porfiriato o fue un proceso más longevo? Finalmente, ¿en qué nos basamos para emprender esta investigación sobre la trilogía científica aludida? Y, ¿cómo se puede entrever la relación profesional entre Del Castillo, Aguilera y Ordóñez?

De modo, que para el desarrollo de este primer capítulo entramos el contexto histórico que compete al proceso de culminación de la geología como disciplina moderna. Aunque, aquí sólo nos remitimos a las circunstancias generales de su historia, consideramos que es un aspecto elemental para comprender el estadio de la geología mexicana entre siglos (XIX y XX) y así, atisbar el impacto de la obra u obras de la tríada en cuestión. Si bien, este apartado no tiene como premisa aclarar del todo dicha discusión, si funge como primer momento de reflexión de nuestro objeto de estudio. En este sentido, en este capítulo nos

---

<sup>41</sup> Antonio Gramsci, *Notas sobre Maquiavelo, sobre la política y sobre el Estado moderno*, Madrid, Ediciones Nueva Visión, 1980, p. 163.

<sup>42</sup> John Stuart Mill, *Del gobierno representativo*, España, Tecnos, 2007, pp. 22-45.

apoyamos en algunos para el tratado de las interrogantes que hemos planteado en esta introducción, entre ellos, evocamos a Talcott Parsons y a Evaristo Álvarez. Con los cuales, trabajaremos aspectos de orden metodológico y teórico.

Procedemos en primer lugar, en la cuestión del devenir histórico de la Geología, con el objetivo de observar su objeto de estudio, ya que conforme alcanzó su autonomía disciplinar, su campo de investigación se fue especializando, a la vez, que mejorando su sistematización. Aunque para el caso mexicano fue un proceso más complejo y tardío, más o menos, presentó signos semejantes a la experiencia europea. De aquí que nuestra propuesta se torne interesante e importante, pues pretende avizorar el proceso gradual de su estadio moderno, a partir de repensar ciertas tareas concebidas como vitales para asignarle dicho nivel a la geología mexicana.

En ese tenor, resulta imprescindible conocer la longeva ruta que sufrió la ciencia geológica en nuestro país, para alcanzar a institucionalizarse. Esto, en términos de brindar servicios geológicos desde una matriz exclusiva para estos fines, dicho referente fue el Instituto Geológico de México. Desde luego, vislumbramos a nuestros sujetos en estudio como profesionales que ofrecieron competencias técnicas con su quehacer científico-geológico, precisamente, desde el Instituto Geológico.

## **1. EL DEVENIR HISTÓRICO DE LA GEOLOGÍA Y SU OBJETO DE ESTUDIO**

Partimos de la premisa de que el proceso denominado *edad heroica de la geología* se distingue por haber alcanzado un estatus de autonomía disciplinar y su carácter moderno. En el caso europeo, esta fase comprendió el periodo de 1780 y 1840, mientras que en el mexicano fue de 1795 a 1895. Lo importante a rescatar tanto de la experiencia europea como en la nuestra, son los actores que concretaron dicho proceso en sus respectivos espacios y tiempos. De esta manera, iremos hilando la discusión desde el devenir histórico de la geología con los principales actores europeos, para ir rastreando el puente entre la geología europea y la mexicana y, particularmente, desentrañar cómo se gestó en México. Antes de ello, dicha ciencia se adosaba a un estadio naturalista.

Hacia la primera mitad del siglo XVIII la Teología le seguía haciendo sombra a la ciencia, ya que ésta se veía limitada ante preguntas que versaban sobre el origen del hombre,

de las especies vegetales y animales, sobre la fuerza tangencial de las orbitas, entre otras interrogantes que la ciencia de ese momento aún no lograba demostrar. En ese contexto, algunas de las ciencias se encontraban aún en desarrollo durante el siglo de la Ilustración, entre ellas la Física, la Química, mientras que “la Geología aún no había salido del estado embrionario que representaba la mineralogía, y por ello la Paleontología no podía existir aún”.<sup>43</sup> Desde luego, el desarrollo científico sí tenía un notorio avance con respecto de momentos históricos pretéritos, en cuanto al volumen de conocimientos y sistematización de la información.<sup>44</sup>

En *Filosofía de las ciencias de la tierra: el cierre categorial de la geología*, el geólogo y filósofo Evaristo Álvarez señala que tratar de definir a la Geología con base en la acepción etimológica arraigada en los antiguos griegos, entendida como “el tratado de la tierra”, resulta poco meritorio, pues en el contexto en que fue acuñada tenía una connotación muy distinta a la de los siglos XVIII y XIX. Sólo persiguiendo la mutación del término en la historia podrían vislumbrarse los matices que ha implicado el proceso de autonomía científica de la esta disciplina. Quizá sería más interesante comprender su objeto de estudio en la medida en que se aproximó al umbral de su independencia epistemológica.

De este modo, consideramos una serie acontecimientos ocurridos en el universo de la ciencia entre el siglo de la Ilustración y el decimonónico, donde se amalgamó un nuevo episodio en la historia de la ciencia. En este sentido, buscamos entrever qué englobaba el estudio de la ciencia geológica hacia el periodo finisecular del XIX, cuestión que involucra a nuestros actores en estudio, puesto que pretendemos analizar la trascendencia de su obra geológica, debemos tener en claro lo que aquellos personajes concebían como campo de investigación de la Geología. Desde luego, para pasar a dicha tarea, primero, nos remitiremos a la experiencia europea, ya que ésta, se reflejaría paulatinamente en el territorio mexicano.

De entrada, es importante remarcar la distinción conceptual entre las ciencias de la Tierra y la Geología: “por ciencias de la Tierra no se puede entender más que el conjunto o sumatoria de todas las ciencias relacionadas con la Tierra [tales como Geología,

---

<sup>43</sup> Friedrich Engels, *Introducción a 'Dialéctica de la Naturaleza'. Y otros escritos sobre dialéctica*, España, Fundación de Estudios Socialistas Federico Engels, 2006, 2006, p. 11.

<sup>44</sup> *Ibid.* 12-13.

Oceanografía, Meteorología, etcétera] pero éstas no son disciplinas subordinadas sino plenamente autónomas con campos científicos independientes”.<sup>45</sup> Este proceso formativo se dio entre los siglos XVII y XVIII, donde encontramos a varios hombres de ciencia que hicieron aportaciones de forma gradual y fueron sistematizando la nueva teoría de la Tierra. Las contribuciones vinieron de diversos sectores y actores, véase la tabla 1: Anexos capítulo I.

Tenemos que la voz etimológica de Geología proviene de las palabras griegas: *geo* (tierra) y *logos* (ciencia), y se define como el estudio de la Tierra.<sup>46</sup> Hacia la época medieval su acepción latina tenía una “contraposición al de ‘Teología’, hacía referencia en aquel período a todo aquello que tuviese que ver con la vida terrenal”.<sup>47</sup> De esta manera podemos apreciar que dicha noción fue transformándose al paso de algunos siglos. “No fue sino a finales del XVIII cuando de forma definitiva se propuso el término Geología como el más adecuado para describir el estudio de la historia de la Tierra”.<sup>48</sup> La discusión acerca de la independencia disciplinaria de la geología, se dio entre los últimos veinticinco años del siglo XVIII y los primeros treinta del siglo XIX (aproximadamente).

En el Siglo de las Luces encontramos una efervescencia científica, la cual motivó diversos trabajos que discutían la relación del hombre con respecto al mundo y a la naturaleza. Ejemplo de ello, fue Immanuel Kant (1724-1804) quien lanzó una hipótesis inspirada en las leyes generales del movimiento y mecánica terrestre, desarrolladas anteriormente por Johannes Kepler (1571-1630) e Isaac Newton (1643-1727), en 1755, Kant publicó su *Historia Natural y Teoría General del Cielo*, y para 1796, Pierre-Simon Laplace (1749-1827) por su cuenta lanzaría el *Ensayo sobre el sistema del mundo*. Ambas hipótesis se pueden sintetizar como Kant-Laplace: donde la concepción sobre el universo estaba sujeta a continuos y múltiples cambios, a los cuales se adhería la interpretación filosófica como agente de exanimación de los resultados científicos.<sup>49</sup> De algún modo, se entreven los primeros intentos por sistematizar el conocimiento científico en aquella época.

---

<sup>45</sup> Álvarez, 2004: 26.

<sup>46</sup> Reed Wicander y James S. Monroe, *Fundamentos de geología*, México, Thomson, 2000, pp. 5-7; F. G. H. Blyth y M. H. de Freitas, *Geología para ingenieros*, México, CECOSA, 2000, p. 7.

<sup>47</sup> Pelayo, 1991: 8.

<sup>48</sup> *Ibid.*

<sup>49</sup> Eli de Gortari, *La ciencia en la historia de México*, México, Fondo de Cultura Económica, 2016, pp. 317-318.

En ese mismo siglo, James Hutton (1726-1797) emprendió considerables aportaciones en el campo de la Geología. Hutton “suministró a la misma un esquema dinámico, representando en esta ciencia el mismo papel que Newton en Astronomía o Darwin en Biología”.<sup>50</sup> A los aportes de Hutton a la Geología, se sumó el naturalista George Louis Leclerc conde de Buffon (1707-1788), quien en 1778 “calculó la edad de la Tierra en unos 75, 000 años y vaticinó su muerte en frío después de 93, 000 años más”,<sup>51</sup> con ello desafiaba el paradigma canónico sustentado en la Biblia, no por nada la Iglesia y la Inquisición le amenazaron. Leclerc conde de Buffon imprimiría también un sello distinto a la Historia Natural respecto de su antigua función descriptiva y que estaba reservada a la Filosofía Natural, con el ello “Buffon se reivindica a sí mismo como un Newton de la Historia Natural”.<sup>52</sup> El impacto que generó Leclerc no sólo se remite a la concepción del tiempo histórico de la Tierra, sino, a una nueva brecha que apuntaló nuevos paradigmas sobre nuestra existencia, eso, en nuestra opinión ya comenzaban a atisbarse fragmentos de la ciencia moderna.

La dependencia de la Geología a la Mineralogía de finales del Siglo de Las Luces, puede ejemplificarse –entre otros casos– con el de la Revolución Industrial<sup>53</sup> iniciada en Inglaterra entre 1750 y 1780. Este movimiento primó los artilugios técnicos y tecnológicos en diversos rubros industriales, entre ellos, la explotación minera. La minería logró efectuar perforaciones más longevas, y con ello, se generaron nuevos retos. Entre las problemáticas más agudas debido a las profundidades obtenidas, estuvieron las inundaciones. Para lidiar con ello:

Fue preciso crear una máquina que bombeara esa agua para seguir extrayendo carbón. La creación de ésta se produjo en el año de 1712 y corrió a cargo de un inventor con una preparación que distaba bastante de la que se supone a un científico o técnico: el herrero Thomas Newcomen. Es importante señalar este hecho, pues nos sitúa en una

---

<sup>50</sup> Santiago Castaño Fernández, “Concepto y desarrollo histórico de la Geología”, en: *Ensayos: Revista de la Facultad de Albacate*, España, Escuela Universitaria de Magisterio de Albacate / Universidad de Castilla-La Mancha, no. 1, 1987, p 201.

<sup>51</sup> Daniel Bernouli, “Tiempo profundo: Hutton descubre la geología”, en: *Revista Elementos, Ciencia y Cultura*, México, Benemérita Universidad de Puebla, no. 33, 1999, p. 34.

<sup>52</sup> José Alsina Calvés, “Conceptos anteriores a la propuesta del término biología: *Historia de los Animales de Buffon*”, en: *Filosofía e História da Biologia*, Brasil, Asociación Brasileña de Filosofía e Historia de la Biología, vol. 8, no. 1, 2013, p. 76.

<sup>53</sup> “El término revolución industrial suele referirse al complejo de innovaciones tecnológicas que, al sustituir la habilidad humana por la maquinaria y la fuerza humana y animal por energía mecánica, provoca el paso desde la producción artesana a la fabril, dando así lugar al nacimiento de la economía moderna”. D. S. Landes, *Progreso tecnológico y revolución industrial*, Madrid, Tecnos, 1979, p. 15.

de las características de los descubrimientos de esta Primera Revolución Industrial: al situarse el papel de la ciencia en un papel dependiente de la técnica.<sup>54</sup>

En este sentido, la Geología que aún se encontraba muy ligada al quehacer minero (en cuanto a objeto de estudio), en cierta medida, también se benefició de la invención técnica impulsada por la Revolución Industrial, ¿en qué sentido? Por ejemplo, con los artilugios creados para la explotación minera, así como de los conocimientos empíricos adquiridos por los mineros. La prospección y estudio de la tierra se hizo más visible a los ojos del geólogo, y con ello, se podrían engendrar nuevas teorías y estudios que propiciarán el desarrollo de la Geología. No en vano, Evaristo Álvarez refiere que “la geología que nace a finales del XVIII tiene su origen en los conocimientos técnicos y materiales de los mineros, siempre referidos a la tierra en su segunda acepción, a la tierra con minúscula, a la parte superficial del planeta que nos alimenta y provee de metales y minerales”.<sup>55</sup> Este es otro aspecto que se adhirió en el proceso de autonomía disciplinar de la Geología.

Uno de los primeros ejemplos célebres para el caso mexicano y que se suma a dicha influencia revolucionaria científica de finales del XVIII, fue la aportación de Andrés Manuel del Río, quien replicó la innovación del sistema de desagüe para minas europeo adaptándolo al entorno novohispano. En ese contexto de finales del siglo XVIII y principios del XIX, Del Río basado en las nociones epistémicas de la Geología de su mentor Abraham Gottlob Werner (1749-1817), compartía sus afinidades por “el conjunto de materiales pétreos y riquezas subterráneas por el que se interesan las labores mineras se constituyó así en un campo de manipulación y de conocimiento que, en los albores de la revolución científica, comenzó a articularse en una suerte de geognosia o ciencia de la tierra”.<sup>56</sup> Las explotaciones mineras en la Nueva España habían logrado excavaciones más profundas, lo que ocasionó que el método de desagüe por malacates quedará rezagado ante las constantes inundaciones. Del Río empleó el principio de la Revolución Industrial, el de la invención de una máquina para solventar el problema. El mineralogista y geognosta Del Río, adaptó la “máquina de

---

<sup>54</sup> Julián Chávez Palacios, “Desarrollo tecnológico en la Primera Revolución Industrial”, en: *Norba. Revista de Historia*, vol. 17, 2004, pp. 102-103.

<sup>55</sup> Álvarez, 2004: 20.

<sup>56</sup> *Ibid.*

columnas de agua” en el mineral de Real del Monte. Dicha reproducción tecnológica del sifón de desagüe de minas es considerada la primera en su tipo en el continente americano.<sup>57</sup>

Andrés del Río, además de haber adquirido las ideas de Werner y los principios técnico-mecánicos de la Revolución Industrial, también había hundido sus saberes en el pensamiento de la Ilustración europea. Particularmente, de Kant. En *Los albores de la geología en México* (2015), Uribe Salas expone que en el “Discurso sobre las formaciones de las montañas de algunos reales de minas”, Del Río dejó entre ver la influencia del sistema ético kantiano. Quizá su apropiación más evidente de las ideas kantianas fue en el quehacer docente de Del Río. “Yo bien sé con Kant –decía Andrés del Río en 1820–, y estoy convencido de que sea verdaderamente científica’. Científica no en el sentido determinista, sino en la búsqueda de nuevas probabilidades”.<sup>58</sup> Es justamente, con Del Río que encontramos el puente entre el proceso europeo y el mexicano, respecto a la *edad heroica de la geología*.

Un fuerte aliciente para el progreso de la Geología fueron las instituciones educativas que forjaron a los hombres que cultivarían dicha disciplina, entre ellas está la fundación de la Academia de Minas en Freiberg de Sajonia, Alemania, el 13 de noviembre de 1765. Los fundadores y directores de esta institución fueron el jefe de minas Friedrich Wilhelm von Opper (1720-1769), Friedrich Anton von Heynitz (1725-1802) y el coleccionista de minerales, Christlieb Ehregott Gellert (1713-1795). Aunque la enseñanza minera en Freiberg (véase en tabla 2: Anexos capítulo I, exponemos una relación de hombres destacados que se formaron en dicha escuela), se remonta a los siglos XIII y XIV (aproximadamente) quizá mucho antes con los romanos, en parte, la formación de esta Academia fue debido a que la región de Sajonia tenía un gran legado histórico y de producción en la minería, lo cual motivó a que a mediados de la centuria dieciochesca se creara y pronto adquiriera renombre por sus destacados hombres de ciencia formados en ella.<sup>59</sup> Entre ellos, destaca el geólogo y

---

<sup>57</sup> José Alfredo Uribe Salas, “Labor de Andrés Manuel Del Río en México: Profesor en el Real Seminario de Minería e Innovador Tecnológico en Minas y Ferrerías”, *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*. Vol. LVIII, Número 2, Julio-diciembre 2006, p. 250; Emma Yanes Rizo, “Pasión por la Tierra”, *Artes de México. Una Visión de la Minería*, México, Número 86, octubre 2007, p. 52.

<sup>58</sup> Uribe, 2015: 47.

<sup>59</sup> Ricardo J. Sureda, *Historia de la Mineralogía*, Tucumán, Argentina, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO), Serie Colección Geológica 23, 2008, p.

mineralogista Abraham Gottlob Werner, quien fue alumno, profesor y director de la Academia de Minas de Freiberg, además de que postuló la teoría *neptunista*<sup>60</sup> sobre la formación de continentes, confrontándose al geólogo James Hutton<sup>61</sup> (1726-1797) que defendía la teoría *plutonista*. Werner fomentó la visión global de la geología y enseñó como ciencias separadas la Orictognosia (Mineralogía) y la Geognosia (Geología).<sup>62</sup>

Es importante seguir la figura de Abraham Gottlob Werner, ya que fue el mentor de quien forjara en México a los primeros hombres que cultivaron la geología nacional. Werner aludía a la Geología con el término geognosia, el cual, él mismo definía como: “la ciencia que trata de la tierra sólida en su conjunto y de las diferentes localizaciones de minerales y rocas que la componen, así como del origen de los minerales y rocas y de sus interrelaciones”.<sup>63</sup> En este sentido, Evaristo Álvarez sostiene que la delimitación manifestada por Werner, “renunciaba, desde un planteamiento positivista objetivo y estricto, a ir más allá de la descripción y de la clasificación de rocas y terrenos. Los prejuicios positivistas impedirían a Werner plantear la pregunta por las causas, salvo cuando tomo partido por algo que se le antojaba obvio: el origen marino de los estratos”. Anterior a Werner, encontramos que la expresión moderna de la Geología formó parte de la llamada *edad heroica de la geología*, pues:

El primer uso del vocablo geología en el sentido moderno se atribuye a Arduino en 1760, cuando se refiere a sus propios estudios de geología y de mineralogía. Targioni Tozzetti (1779) distingue la Geología de la Litología y de la Idrología. Dolomieu (1793) en su *Discours sur l' Étude de la Géologie* afirma que el geólogo es un naturalista esencialmente <<litoclasto>> (rompedor de piedras). Para De Luc (1778) geología es equivalente a cosmología terrestre. De Saussure (1779) y muchos otros tras él emplean geología como sinónimo de teoría de la tierra.<sup>64</sup>

---

23; Enrique Silván y Francisco A. González Redondo, “A. G. Werner (1749-1817): Los objetos geológicos en el estudio científico de la Tierra y su enseñanza”, en: *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, España, Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, vol. 14, núm. 3, 2006, p. 231.

<sup>60</sup> La tesis planteada por Werner consistía en “que todas las formaciones rocosas se habían constituido en el seno de las aguas por sedimentación de los diferentes tipos [en ese sentido] la labor del geólogo era reconocer en todos los lugares las formaciones universales o precipitados simultáneos de un disolvente u océano común primitivo, el fluido acuoso”. Pelayo, 1991: 11.

<sup>61</sup> En el caso de Hutton, argumentaba que “tras la erosión y el depósito de los materiales sedimentarios en el fondo del mar, el calor interno consolidaba los sedimentos y los elevaba hasta la superficie. Esta sucesión de ciclos geológicos llevaba implícita una idea de *eternidad*”. *Ibid.*

<sup>62</sup> Silván y González, 2006: 231-233; Sureda, 2008: 23.

<sup>63</sup> Álvarez, 2004: 21.

<sup>64</sup> *Ibid.* 20.

La volatilidad de las acepciones desde la génesis de la palabra Geología, hasta la concepción de una connotación moderna, seguía siendo imprecisa y dispareja. No fue sino hasta el primer tercio del siglo XIX que dicho término se concretó. En tanto que la Geología alcanzaba su etapa de maduración, en Europa entre el último cuarto del siglo XVIII y el primer tercio del siglo XIX, y adquirió su distinción respecto de los saberes artesanales minero-metalúrgicos precientíficos, su autonomía estuvo acosada -según Evaristo Álvarez- por la tutela de la Física, la Química, la Biología, y demás ciencias auxiliares. “El año 1830 supuso un gran hito en la historia de la geología. Antes de esa fecha habían alcanzado muchos logros, pero no existía unanimidad respecto del significado de los fenómenos geológicos y la interpretación de la historia de la tierra era especulativa y caprichosa. Desde 1830 la Geología se convirtió en ciencia”.<sup>65</sup> Es aquí, cuando la experiencia europea lograba concretar la frontera epistemológica de la ciencia geológica.

A principios del siglo XIX, Jean-Baptiste Monet, caballero de Lamarck (1744-1829) publicó en 1809 su *Filosofía zoológica*, obra que se distingue entre las principales tesis evolucionistas de dicha centuria, y que “en opinión de Lamarck, la evolución de la especie ocurre debido al estímulo proveniente del ambiente: éste instruye al organismo, que se transforma adaptándose a su medio”.<sup>66</sup> Conjeturas como estas dieron forma a la teoría y discusión *evolucionista*, incluso las tesis de Cuvier y luego de Darwin, dieron pie al debate en el terreno teórico-social, tal fue el caso de Herbert Spencer (1820-1903), que en cambio, el “evolucionismo spenceriano no era exclusivamente biológico: también era cosmológico, geológico, sociológico y psicológico”.<sup>67</sup> De esta forma se definía el resto del siglo XIX, con algunas de las teorías en boga y en las que estaba inmiscuidas las ciencias de la Tierra. Sin embargo, de los teóricos habidos hasta entonces el más destacado por sus conclusiones e impacto, fue Darwin, ya que:

Con el evolucionismo desaparece la imagen milenaria del hombre, que se encarnaba en la teoría fijista, defensora de especies fijas e inmutables que existirían como tales desde la creación. Gracias a Copérnico, la revolución astronómica replantea el orden espacial, otorgando a la Tierra y al hombre un lugar muy distinto al que tenía antes,

---

<sup>65</sup> *Ibid.* 29 y 44.

<sup>66</sup> Giovanni Reale y Dario Antiseri, *Historia del pensamiento filosófico y científico. Del romanticismo hasta hoy*, Barcelona, Herder Editorial, Tomo III, 2010, pp. 334-335.

<sup>67</sup> Gustavo Caponi, “Herbert Spencer: entre Darwin y Cuvier”, en: *Scientiae Studia*, San Paulo, Brasil, vol. 12, núm. 1, 2017, p. 46.

mientras que Darwin replantea el orden temporal del hombre. En esencia, Copérnico y Darwin modifican la teoría referente al lugar del hombre en la naturaleza.<sup>68</sup>

La atribución de “el siglo de la ciencia” a la centuria del XIX, se ilustra con “la fórmula ‘el pasado explica el presente’ se convirtió en un principio que se hizo extensivo a todos los campos del saber, y las ciencias como la Geología, la Cosmología y la Biología la aplicaran regularmente. Como estas disciplinas encarnaran la esencia del concepto clave del siglo: *evolución*, a partir de este momento, la evolución será utilizada para explicar el mundo”.<sup>69</sup> En este sentido, otra de las disciplinas de la teoría de la Tierra que se reafirmó en el siglo XIX, fue la Paleontología. Su importancia dentro de las tendencias teóricas se impulsó con trabajos como los de Georges Cuvier (1769-1832), quien trató el problema de la extinción animal, y quien es considerado fundador de la Paleontología y la Anatomía comparada.<sup>70</sup> Cuvier era “profesor de Anatomía en el *Musée National d’Histoire Naturelle*. Estudió los esqueletos de elefantes africanos y asiáticos y mostró que eran distintos entre sí, y por tanto deberían ser colocados en especies diferentes”.<sup>71</sup> El vertiginoso dinamismo científico de dicha centuria, fue crucial para la determinación de varias disciplinas, entre ellas la Geología.

La relevancia científica del siglo XIX se debe en gran parte a la teoría de Charles Darwin, quien no sólo influyó en la Biología, además impactó a la Sociología, la Antropología, entre otras, generando con ello una “revolución” en la ciencia.<sup>72</sup> Además de dicha teoría, por supuesto que hubo otros avances científicos por un gran número de hombres destacados. Por ello, es que el siglo XIX se considerara como *el siglo de la ciencia*.<sup>73</sup> Por si fuera poco, en la misma centuria se desarrolló el Positivismo con Auguste Comte (1789-1857), esta corriente de pensamiento científico descarta las suposiciones metafísicas y el apriorismo, con ello, el Positivismo va a primar a las ciencias, destacando los hechos. Los hechos son, para esta corriente, la única realidad científica, ya que son comprobables

---

<sup>68</sup> Reale y Antiseri, 2010: 336.

<sup>69</sup> Humberto Morales Moreno y Alberto Soberanis Carrillo, “El nuevo impulso a la historia de la ciencia y de la tecnología en los desequilibrios actuales”, en: *Graffylia. Revista de la facultad de filosofía y letras*, Puebla, Facultad de Filosofía y Letras / Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, año 3, no. 5, otoño 2005, p. 45.

<sup>70</sup> Reale y Antiseri, 2010: 355.

<sup>71</sup> J. C. Thackay, “Historia de la paleontología antes de Darwin”, en: Pedro García, Marisol Montellano, Sara A. Quiroz, Francisco Sour, Sergio Ceballos y Luis Chávez, *Paleobiología*, México, Facultad de Ciencias / Universidad Autónoma de México, 2002, p. 13.

<sup>72</sup> Cohen, 2002: 245.

<sup>73</sup> Morales y Soberanis, 2005: 45.

mediante una metodología sistematizada, de esta forma se respaldaba la teoría cartesiana, primando a la ciencia en virtud del beneficio humano.<sup>74</sup>

En este auge científico, nos preguntamos ¿qué relevancia tuvo la Geología para el desarrollo de la ciencia decimonónica? El impacto que generó Charles Lyell (1797-1875) con sus teorías geológicas, fue tal, que:

Charles Darwin escribió al comienzo del capítulo noveno del Origen de las especies (1859, 282) sobre la ‘gran obra de sir Charles Lyell sobre los Principios de Geología’, que ‘el historiador del futuro reconocerá [en ella] el inicio de una revolución en las ciencias naturales’. Darwin mismo glosa esta afirmación en una carta a Leonard Horner, en la que dice que después de leer a Lyell, todos los fenómenos, incluso los nuevos, se le aparecen como si los viera ‘a través de sus ojos’.<sup>75</sup>

Definitivamente la Geología motivó una influencia importante en los científicos de renombre en otras áreas, como lo fue en el caso de Darwin, y a la vez, en la revolución global de la ciencia. Lyell en un principio no convergía con las teorías darwinianas, sin embargo, terminó por ceder, y “en 1862, [...] publica su trabajo *Sobre las evidencias geológicas de la antigüedad del hombre*. Y en él escribe que el progreso en la historia de la vida es ‘una hipótesis indispensable... que jamás se derrocará’. En 1872 se publica la undécima edición de los *Principles*. En el capítulo 9, Lyell manifiesta su nueva postura: admite que un científico puede aceptar el progreso en la historia de la vida mientras sostiene firmemente las uniformidades de las leyes y de los procesos”.<sup>76</sup>

A decir de Lyell, tenemos que en el primer párrafo del capítulo I de su *Principles of Geology*, parte de que la “Geología es la ciencia que investiga los sucesivos cambios que han tenido lugar en los reinos orgánico e inorgánico de la naturaleza, que investiga las causas de estos cambios y la influencia que han ejercido en la modificación de la superficie y la estructura externa de nuestro planeta”.<sup>77</sup> La obra de Lyell concretó la *edad heroica de la geología*. Este personaje es uno de los actores claves para comprender un nuevo estadio de

---

<sup>74</sup> Alberto Matías González, Antonio Hernández Alegría, “Positivismo, dialéctica materialista y fenomenología: tres enfoques filosóficos del método científico y la investigación educativa”, en: *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, Costa Rica, Instituto de Investigaciones en Educación-Universidad de Costa Rica, vol. 14, no. 3, septiembre-diciembre 2014, pp. 6-9.

<sup>75</sup> Cohen, 2002: 279.

<sup>76</sup> Leandro Sequeiros, Emilio Pedrinaci, Pedro Berjillo y Enrique García, “El bicentenario de Charles Lyell (1797-1875). Consideraciones didácticas para la educación secundaria”, en: *Enseñanza de la Ciencias de la Tierra*, España, Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, vol. 5, núm. 1, 1997, p. 23.

<sup>77</sup> Charles Lyell, *Principles of Geology*, London, vol. I, 1835, p. 1.

la Geología, y desde luego, vislumbrar su influencia en los geólogos mexicanos de la segunda mitad del siglo XIX.

Charles Lyell impulsó la teoría del *uniformitarismo*, y sus partidarios junto con él, “creían que los procesos de erosión y depósito que pueden observarse operando en la superficie de la Tierra, habían actuado de manera muy similar en el pasado geológico”.<sup>78</sup> Sin embargo, no era la única teoría del momento (periodo de debate teórico: 1830-1870), pues en contraposición estaban los *catastrofistas*, quienes “veían que las claras discontinuidades encontradas en los registros geológicos y paleontológicos se formaron por cambios en la naturaleza, los cuales fueron demasiado violentos para ser explicados en base a los procesos físico-químicos naturales que operaban sobre la superficie de la Tierra”.<sup>79</sup> Con ello, la Geología se desarrollaba en el siglo XIX, así como en su momento se debatieron las teorías *neptunistas* y *plutonistas* entre 1790-1810. Lo importante a destacar aquí es el cambio de paradigmas que generó su obra.

Según Karl Alfred von Zittel (1901) la *edad heroica de la geología* se fraguó entre los años de 1775 y 1830, desde los trabajos de Werner y Hutton, hasta la publicación de los *Principles of Geology* de Lyell.<sup>80</sup> Actualmente la historia de la geología precisa dicho transcurso entre los años de 1780 y 1840 (aproximadamente).<sup>81</sup> Mientras que, como dijimos al inicio, para el caso mexicano la concreción de la *edad heroica de la geología* fue un proceso más longevo y ambiguo. Pasaron cien años para que la Geología en México se confinara como una ciencia autónoma y moderna. En la siguiente relación resumimos sólo algunas de las contribuciones más notorias que la consolidaron como una ciencia autónoma y moderna tanto en Europa como en México.

**Tabla 1.** La edad heroica de la geología europea y mexicana.

Edad heroica de la geología: 1780-1840		Edad heroica de la geología mexicana: 1795-1895	
Inicio	Concreción	Inicio	Concreción
1) Giovanni Arduino: primer uso del vocablo geología en	1) Charles Lyell: <i>Principles of Geology</i> de 1830	1) Fundación del Real Seminario de Minería (1792)	1) En 1888 se crea el Instituto Geológico de México

<sup>78</sup> Uribe y Cortés, 2006: 501.

<sup>79</sup> *Ibid.*

<sup>80</sup> Álvarez, 2004: 41.

<sup>81</sup> Azuela, 2014: 3-4.

<p>un sentido moderno (1760)</p> <p><b>2)</b> Abraham Gottlob Werner: <i>Kurse Klassifikation und Beshreibung der verschiedenen Gebirgsarten</i> de 1786</p> <p><b>3)</b> James Hutton: primera versión de <i>Theory of the Earth</i> de 1788</p> <p><b>4)</b> William Smith: <i>Mapa geológico de Inglaterra y Gales</i> de 1815</p>	<p><b>2)</b> Donald Hall: realiza un cómputo bibliométrico de la producción de literatura geológica, dando como resultado su apogeo entre 1760 y 1830</p>	<p><b>2)</b> A partir de 1795, Andrés del Río impartió el primer curso de Mineralogía, que incluía a la Orictognosia, la Geognosia y el Arte de Minas consideradas como las cátedras primigenias de la geología en México</p>	<p><b>2)</b> Clasificación metódica de rocas y fósiles, emprendida por Aguilera en 1888</p> <p><b>3)</b> En 1891 comienza a operar el Instituto Geológico de México</p> <p><b>4)</b> 1889, se realiza el primer <i>Bosquejo de una Carta Geológica de la República Mexicana</i></p>
---	---	---	---

Elaboración propia, con base en: Aguilera, 1904: 43; Azuela, 2009: 100; Álvarez, 2004: 20 y 41; Uribe Salas, 2015: 43-54; Morelos y Moncada, 2015: 2; Rubinovich, 1988: 17.

La *edad heroica de la geología*, se basó en las principales obras geológicas publicadas dentro del periodo de 1760-1840. Acompañado de ello vino también la elaboración de un bosquejo sobre la historia de la Tierra. Esto significó una revisión sistemática de la superficie terrestre, asimismo la Geología complementaría a la Historia Natural y a la Geografía.<sup>82</sup> En este sentido, Lyell es considerado como uno de los hombres más importantes de la historia de la geología y a quien se le considera como uno de los padres de la Geología moderna, junto al geólogo escocés James Hutton.<sup>83</sup> Sin embargo, en México este proceso se matizaría de otro modo.

Mientras que en la experiencia europea tenemos una serie de actores, principalmente, Werner, Hutton y Lyell, quienes desarrollaron un intenso debate, podemos decir que fueron los hombres que determinaron a la geología en sí misma con sus estudios, a tal grado de que ésta se concretó como una ciencia autónoma y moderna. En ese sentido, conjeturamos que fue en el escenario europeo donde se constituyó esta nueva ciencia, lo que va a generar una reproducción de los postulados planteados en las obras de los principales forjadores de la geología moderna. De este modo, tenemos que pensar que la experiencia de concreción de la *edad heroica de la geología mexicana*, fue un proceso que se articuló, no con planteamientos teóricos propios, sino, más bien, con la apropiación de los supuestos emanados de Europa.

<sup>82</sup> Morelos, 2014: 3-4.

<sup>83</sup> Sequeiros, Pedrinaci, Berjillo y García, 1997: 21.

Es decir, lo que va a distinguir a la geología mexicana como moderna, va a ser la reproducción de los métodos y teorías de la entonces nueva geología suscitada en el viejo continente.

Dicho devenir se daría en la medida en que hombres cualificados incluyeran, adaptaran y aplicaran en sus estudios la influencia científica de la comunidad geológica europea. Digamos que en Europa se creó la fórmula para emprender estudios geológicos de corte moderno y con plena autonomía epistemológica, esa misma ecuación adquiriría un valor semejante en México, en la medida en que se reproduce, desde luego, con base en las características y exigencias de nuestro territorio. En ese sentido, creemos que dicha reproducción científica se apegó en mayor margen con las tareas que despegó el Instituto Geológico de México, es allí, donde nuestra trilogía científica toma protagonismo en este proceso, circunstancias históricas se gestaron en el escenario del Porfiriato. Sobre esta lógica nos preguntamos ¿a través de quiénes se estableció el vínculo y reproducción de los paradigmas del avance científico europeo con relación a la geología mexicana? En un primer momento fue Del Río, posteriormente, fueron los viajeros de las expediciones científicas como el caso de Alexander von Humboldt (1769-1859), luego la expedición científica francesa, después serían con los Congresos Geológicos Internacionales y, desde luego, el estudio de las obras más insignes de los autores europeos en los colegios de minería de nuestro país. Sin embargo, antes de llegar a tal discusión, primero, tenemos que considerar el inicio de dicho proceso.

En el caso de México (entonces Nueva España) la conformación de organismos de economía y ciencia del periodo finisecular del XVIII, fue una cuestión de la política estatal, y de paso, el reflejo de aquel movimiento ilustrado europeo. En ese contexto, se dio la fundación de instituciones para la formación e investigación científica: una de las principales, el Real Seminario de Minería en 1792.<sup>84</sup> De aquí surgió una de las principales conexiones científicas y del desarrollo de la Geología en México, ya que algunos de los pioneros en traer conocimientos más sistematizados a finales del siglo XVIII, fueron Fausto de Elhuyar y

---

<sup>84</sup> Iván Denísovich Alcantar Terán y María Cristina Soriano Valdés, “La construcción del Real Colegio de Minería, 1787-1813”, en: *200 años del Palacio de Minería: su historia a partir de fuentes documentales*, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de México, 2013, pp. 87-91; Morelos, 2012, p. 34.

Andrés del Río,<sup>85</sup> que si bien no fueron los primeros ni los únicos del periodo colonial y de principios del siglo XIX, sí emprendieron un gran avance en el estudio científico del territorio mexicano y abonaron en la formación de ingenieros de minas.<sup>86</sup> Tanto Elhuyar como Andrés del Río habían recibido instrucción científica en la prestigiosa Academia de Minas de Freiberg, aunque no fue su única casa formativa, Del Río había tenido una destacada formación con los paradigmas en boga. “Con anterioridad, desde 1781 a 1793, pensionado por la Corona de España, Del Río había realizado serios estudios de geología, mineralogía, minería, química y metalurgia, en Almadén (España), en París y en las Academias de minas de Freiberg [antes referida] y Schemnitz”.<sup>87</sup>

**Tabla 2.** Los primeros alumnos de Andrés M. del Río en el curso de Mineralogía de 1795.

	<b>Nombre</b>
1	Casimiro Chovell
2	Francisco Álvarez
3	José Joaquín Zarate
4	Vicente Herrera
5	José Mantilla
6	Manuel Cotero
7	Manuel Cueto
8	Félix Rodríguez
9	Vicente Valencia
10	Manuel Ruíz de Tejada

Elaboración propia, con base en: Aguilera, 1904: 45.

<sup>85</sup> “Del Río sobresalió y fue becado al exterior a continuar estudios en París, Francia; Freiberg, Alemania y en Schemnitz, Hungría; por el ministro de minas de España Diego Gardoqui. En París estudió anatomía, fisiología, historia natural y cerámica, esto último junto al especialista en la fabricación de porcelanas, el químico Jean D’arcet (1724-1801) en el Collège de France, entre 1783 y 1787. En Freiberg fue compañero de Delomieu, de Saussure y von Humboldt, entre otros, estudiando orictognosia con Werner. En la Academia de Minas de Schemnitz, hoy Banská Stiavnica en República Eslovaca, conoció los métodos de beneficio de minerales “por toneles” y “del hierro”, introducido luego por Gellert en Sajonia para separar la plata del azufre. Aquí estudió química analítica, metalurgia y topografía minera subterránea con el químico minero y metalurgista austro-húngaro Anton von Rupprecht (1750-1808). Entre los años 1791 a 1793 alternó residencias en Francia, Escocia e Inglaterra donde visitó a Haüy y Lavoisier antes que la Revolución Francesa clausurara la Academia de Ciencias de París y encarcelara a sus dos brillantes anfitriones con tan asimétrico final.” Sureda, 2008: 76.

<sup>86</sup> José Luis Peset, *Ciencia y Libertad. El papel del científico ante la Independencia americana*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1987, pp. 124-130; Uribe y Cortés, 2006, p. 495.

<sup>87</sup> Modesto Bargallo, “Andrés Manuel del Río en el bicentenario de su nacimiento (1764)”, p. 1, <http://repositorio.fcencias.unam.mx:8080/jspui/bitstream/11154/142704/1/25VAndr%C3%A9sManuel.pdf> (consulta: 10 de febrero de 2019).

A decir de José G. Aguilera y su pares geólogos, con A. M. del Río “inicia una era nueva [...] La Geología fue llevada por el excepcional genio de Werner a la categoría de doctrina en su geognosia, verdadera geología empírica [asimismo, se extendió el neptunismo] en México por intermedio del sabio profesor del Río, quien siguió después las ideas de Humboldt”.<sup>88</sup> Con ello, establecemos el puente epistemológico de la de geología, el cual se llegó con Del Río, y luego se reafirmó con Humboldt. Sin embargo, en ese momento de su arribo el proceso de la *edad heroica de la geología* se encontraba en pleno debate y sólo llegaría a México (entonces Nueva España) la visión postulada por Werner.

Humboldt emprendió estudios minuciosos en diversas regiones del país y fueron muy útiles en la formación de los ingenieros de minas y/o geólogos del siglo XIX, pues antes del *Bosquejo de la Carta Geológica* (1889), Ordóñez refiere que “el doctor Aguilera sabía y así lo expresaba con ardor, que el campo de México estaba enteramente vírgen [*sic*]. Y así era en efecto, pues no se tenían entonces más nociones sobre las rocas de México, que las que nos legaran en sus libros de viajes el insigne Alejandro Humboldt”.<sup>89</sup> Sus trabajos fueron conocidos por la comunidad geóloga del México decimonónico, los cuales fueron publicados entre 1808 y 1854: *Ensayo Político de la Nueva España, Viaje a las regiones Equinoxiales, Pasigrafía o Ensayo Geognóstico sobre el yacimiento de las rocas en los dos hemisferios, Volcanes y Cordilleras de Quito y México*, entre otros.<sup>90</sup>

Regresando con la formación de Del Río, durante su trayectoria docente y profesional en México influyera en los hombres especializados en el estudio de la Tierra, tal fue el caso de “Antonio del Castillo [que] se graduó de ingeniero de minas en 1845. Entre los 1846 y 1848 fungió como secretario del Colegio de Minería. Fue nombrado sustituto de Andrés del Río en la cátedra de mineralogía en 1847; y en 1851 se convirtió en titular de la misma por concurso de oposición”.<sup>91</sup> Además, Del Castillo se instruía —en parte— con obras que Del Río había escrito, considerados los primeros libros sobre geología en castellano: *Elementos de Orictognosia* de 1795, 1805 y 1832 y el *Manual de Geología* de 1841.<sup>92</sup>

---

<sup>88</sup> Aguilera, 1904: 44-45.

<sup>89</sup> Ordóñez, 1938: 114.

<sup>90</sup> Aguilera, 1904: p 46.

<sup>91</sup> Uribe y Cortés: 500-501.

<sup>92</sup> Morelos, 2012: 54.

La práctica docente de Del Río no perduró todo el siglo XIX, pues Del Castillo al dar instrucción hizo algunas variaciones epistémicas respecto de las de Andrés del Río, pues “[...] realizó precisiones sustantivas de gran significación para el futuro de la geología, deslindándose de la concepción weneriana de su mentor y suscribiendo los nuevos paradigmas postulados por Charles Lyell en sus *Principios de Geología* [de 1830]”.<sup>93</sup> De esta forma, el vínculo del desarrollo de la geología gestado entre los siglos XVII y XVIII, se impregnaba en el siglo decimonónico mexicano, a través de los científicos y sus teorías generadas desde la Academia de Minas de Freiberg, donde A. G. Werner era un destacado hombre de ciencia, que su vez, influyó en la formación de Andrés del Río y, este último, permeó en la configuración de los estudiosos de la tierra en México, hasta altos años del siglo XIX.

En tanto que, para la segunda mitad del siglo XIX en México la labor científica se estimularía con la creación nuevas instituciones gubernamentales de corte científico; además de las labores docentes, tal es el caso del ingeniero de minas Antonio del Castillo, quien “mejor posicionado en el mundo científico mexicano, y siguiendo los principios de su mentor Andrés del Río, pero ahora con una clara influencia de William Smith (1769-1839), conocido también como el padre de la geología inglesa, y Charles Lyell, consideraba que la enseñanza de la mineralogía y la geología debían sustentarse en una práctica sistemática de exploración, recopilación, muestras, análisis de laboratorio, formación de colecciones e interpretaciones de los hechos científicos de conformidad con los paradigmas en boga”.<sup>94</sup>

Desde luego, a decir de Morelos Rodríguez, la formación académica en materia geológica de Del Castillo en el Colegio de Minería, en gran parte provenía de los textos obligados que se tomaban en los cursos, los cuales emanaban de la autoría de su mentor, el mineralogista Andrés del Río, con sus obras: *Elementos de Orictognosia* (1795, 1805 y 1832) y *Manual de Geología* (1841). Sin embargo, “también se empezó a leer la obra revolucionaria del inglés Charles Lyell, *Principles of Geology* de 1830”.<sup>95</sup> Tómese en cuenta que “Antonio del Castillo es un puente entre las concepciones weneriana de su mentor y la concepción

---

<sup>93</sup> Uribe y Cortés, 2006: 501.

<sup>94</sup> *Ibid.* 502-503.

<sup>95</sup> Morelos, 2012: 54.

uniformista cultivada por Charles Lyell; entre la pre-geología y la geología moderna; entre una práctica científica supeditada a la minería a una disciplina cognoscitiva autónoma”.<sup>96</sup>

Podemos distinguir dos claras rutas y momentos de influencia epistemológica de la Geología en el México decimonónico. En un primer momento, con Andrés Manuel del Río y luego con Humboldt, quienes trasladaron la influencia de Werner a la enseñanza novohispana y luego mexicana. Y segundo, con el nuevo enfoque de estudios emprendido por Del Castillo, que a su vez se basó, en cierta medida, en la teoría de Lyell. Según Uribe y Cortés Del Río fue el que “desarrolla en México el objeto de conocimiento geológico [...] Hemos caracterizado la obra de Andrés del Río como el parteaguas entre la geología naturalista y la geología moderna”.<sup>97</sup> Por supuesto que lo fue, pero, ¿en qué medida? Si la teoría de Werner se quedó inmersa en el debate, mientras que el paradigma de Lyell se sobrepuso en el ámbito científico hacia 1830, lo que terminó por redefinir a la geología como disciplina moderna. Podemos concluir que con Del Río se da el inicio de la *edad heroica de la geología mexicana*, más no su concreción, ya que, para eso, aún faltaba un longevo recorrido donde infinidad de actores coadyuvaron en su culminación.

Del Río, desde luego que significó el primer estadio de la geología en México. Sin embargo, habría que matizar tal cuestión. Para ello, comparamos las delimitaciones conceptuales de Werner, de Del Río y Humboldt (que en realidad eran las de Werner), de Lyell y la de Del Castillo. En primer lugar, para Werner la Geología entendida según su contexto, como nueva teoría de la tierra, aludiendo más bien a la geognosia como un rígido esquema positivista objetivo que no daba pauta a las interrogantes que escaparan a la mera clasificación de las rocas.<sup>98</sup> Y la cual definía como: “la ciencia que trata de la tierra sólida en su conjunto y de las diferentes localizaciones de minerales y rocas que la componen así como del origen de los minerales y rocas y de sus interrelaciones”.<sup>99</sup> En esta acepción Werner se limita a definir a la Geología como una ciencia descriptiva.

En tanto, para Lyell la “Geología es la ciencia que investiga los sucesivos cambios que han tenido lugar en los reinos orgánico e inorgánico de la naturaleza, que investiga las

---

<sup>96</sup> Uribe y Cortés, 2006: 516.

<sup>97</sup> Uribe, 2015: 54.

<sup>98</sup> Álvarez, 2004: 21.

<sup>99</sup> *Ibid.*

causas de estos cambios y la influencia que han ejercido en la modificación de la superficie y la estructura externa de nuestro planeta”.<sup>100</sup> En una concepción más sugerente y preocupada por las causas, Lyell marca un antes y un después en la historia de la geología,<sup>101</sup> y con ello, pondera una ciencia más analítica y sistemática.

Finalmente, ¿para Antonio del Castillo cuál era el objeto de estudio de la Geología? Según él: “se ocupa de la historia física de la tierra, de la composición y estructura de las rocas que componen su costra y de los fósiles que en ella se encuentra”.<sup>102</sup> ¿Distinta esta visión de geología, respecto de la de Werner y Lyell? De hecho, yacen elementos de Werner y Lyell. Los tres parten del principio básico etimológico: “estudio de la tierra”, empero, la diferenciación epistémica presenta distintos niveles de penetración y apreciación. Aunque, Del Castillo pone sus ojos en la “historia física”, elemento que podría implicar el conocimiento de las distintas etapas geológicas y probablemente sus causas, cuestión que lo aproxima más a Lyell.

En vista de que aún no podemos decantar del todo la perspectiva de Del Castillo, un asunto que podría contribuir en el tema, es que para Werner y por tanto para Del Río, la Geología (su geognosia) la entendían como una rama de la Mineralogía,<sup>103</sup> cuestión que Lyell diferenció claramente, “entre la definición de geognosia de Werner y la definición que Lyell dio de geología en los *Principles*... se puede apreciar no sólo en diferente enfoque del estudio de los materiales terrestres sino una diferente concepción de la ciencia [...] con lo que el vocablo geognosia cae definitivamente en desuso”.<sup>104</sup> Esto significa que el paradigma de Werner y por lo tanto de Del Río quedó socavado en la primera mitad del siglo XIX, y en ese sentido, los geólogos que siguieron dicho modelo hacia la segunda mitad de esa centuria, aun no operaban del todo la geología en su acepción moderna. Para Antonio del Castillo está clara la diferenciación epistémica entre la Mineralogía y la Geología, pues las concibe a ambas como parte de la Historia Natural, pero, autónomas una de otra. Para él, la Mineralogía

---

<sup>100</sup> Lyell, 1835: 1.

<sup>101</sup> Burke, 2002: 39-61.

<sup>102</sup> Antonio del Castillo, “Discurso”, en: *La Naturaleza. Periódico Científico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, México, SMNH, 1869-1870, pp. 4-5.

<sup>103</sup> Bargalló, p. 1; Álvarez, 2004, p. 23.

<sup>104</sup> Álvarez, 2004: 23.

simplemente se limita al conocimiento, descripción y localización de las sustancias minerales.<sup>105</sup>

Entonces, ¿de qué se ocupa el estudio de la Geología para la segunda mitad del siglo XIX? Referir con precisión esta cuestión sería atrevido, ya que, para la segunda mitad de dicha centuria, todavía se sigue leyendo a Del Río (aunque mayormente por la Mineralogía), Humboldt, ambos de la escuela de Werner, entre otros extranjeros. En nuestra opinión, creemos que la Geología –después de los cambios hechos por Del Castillo en los planes de estudio y su preocupación por el trabajo de campo– en su quehacer teórico-práctico fue mayormente basada y aplicada a la luz de la obra de Lyell, lo cual consolidó la autonomía y modernidad de la Geología como ciencia.

Con base en la apreciación de Antonio del Castillo, los estudios geológicos contenían tres premisas de investigación: 1) refiere al estudio de la tierra (su composición y estructura); 2) la historia física (origen y cambios sucesivos); y 3) busca explicar las causas (fenómenos climatológicos, medio ambientales y dinámica de la tierra). Una prueba de su pensamiento y abstracción de la influencia de la geología moderna en Del Castillo, es la interrogante que él mismo planteó: “¿cuál es la vegetación actual de México, nos pregunta el geólogo, para compararla con la vegetación de épocas pasadas geológicas, a cuyo sepultamiento en las capas de la tierra se deben nuestros depósitos de carbón de piedra?”.<sup>106</sup> Esto daría pauta a explicar de forma racional la dinámica y fenómenos que modificaron o alteraron la vida de la Tierra otrora. Por ello es que la geología moderna fue un bastión relevante para las teorías evolucionistas de Darwin. Con la interrogante fincada por Del Castillo se va más allá del empirismo de la geología de Werner y se aproximó más a las causas que buscaba Lyell, lo que le comenzó a dotar de un sentido más autónomo y moderno a la disciplina en México.

En opinión de Modesto Bargalló, la obra de Del Río se centró mayormente en el campo mineralógico y metalúrgico, mientras que su aportación en la geología fue más moderada. Sin embargo, esto no demerita el que haya sido la piedra angular de la geología mexicana moderna. Mientras que, para el caso de Antonio del Castillo, resulta ser uno de los artífices en la apropiación epistémica de la disciplina, a partir de la implementación y estudio

---

<sup>105</sup> Del Castillo, 1869-1870: 4.

<sup>106</sup> *Ibid.* 1.

de la obra de Charles Lyell, *Principles of Geology* (1830). No sólo de una adaptación teórica, sino que en la práctica Del Castillo apuntaló una de las tareas más importantes del quehacer geológico y de la historia geológica de México, la realización del primer *Bosquejo de la Carta Geológica de la República Mexicana* (1889). Si se sigue la pista epistemológica de la geología de la segunda mitad del siglo XIX en México, que fue la conexión encuentra sus raíces en *Principles of Geology* de Lyell, que a su vez se vio motivada por la *Theory of the Earth* de Hutton, y ésta se inspiró en la filosofía de la Ilustración.<sup>107</sup>

Esa vertiente histórica que refiere a Del Castillo como un personaje que influenció la forma en que se desarrolló la Geología desde la teoría en las aulas, quedaría entredicha con lo expuesto por Rubinovich, Levy, de Luna y Block (1991):

La geología se aprendía del magnífico tratado de tres tomos de Albert de Lapparent y estaban vigentes las concepciones geológicas de Humboldt y los trabajos realizados por la Comisión Científica Francesa, por Dollfus, Montserrat y Pavie. El texto de mineralogía y geología de Mariano Bárcena se cursaba en la Escuela Nacional Preparatoria. A decir de Ezequiel Ordóñez, otro de los reformadores de la geología nacional, su entusiasmo por esta ciencia se debió al ‘candor con que Andrés M. del Río describió las propiedades físicas de los minerales, a la convincente y poderosa elocuencia de José G. Aguilera’, que ya mostraba desde 1887 cuando conoce a Ordóñez, profundos conocimientos en geología.<sup>108</sup>

Hacia finales del siglo XIX, la ciencia geológica en México alcanzó nuevos elementos que empezaban a distanciarse de la geología naturalista. Otro de los actores relevantes a considerar en el campo de la geología finisecular, es Mariano Bárcena, quien hacia 1885 en su *Tratado* definía a la geología de forma más amplia al incluir elementos ajenos al planeta Tierra: “estudia el conocimiento de la Tierra en toda su extensión; investiga su origen, la relación con los cuerpos celestes; su naturaleza, su historia, y su las diversas creaciones que han poblado”.<sup>109</sup> Ello demostraba que el progreso de la geología en México comenzaba a empujar de forma más consistente, relevante y utilitaria, y por supuesto que comparte una visión modernista de dicha ciencia.

La distinguida obra del geólogo francés Albert Lapparent (1839-1908), también marcó la influencia académica y profesional de los estudiantes y geólogos, principalmente

---

<sup>107</sup> Álvarez, 2004: 43.

<sup>108</sup> Rubinovich, Levy, de Luna, Block, 1991: 5.

<sup>109</sup> Morelos, 2014: 18.

posterior a su *Tratado de geología* (1882). Entre los geólogos mexicanos en que dejó huella dicha publicación, está Ezequiel Ordóñez, quien él mismo lo reconoció como un “magnífico tratado”.<sup>110</sup> De aquí en adelante, la Geología mexicana, desde sus teorías hasta su práctica se iría mejorando, ya que había alcanzado ciertos atributos que le caracterizaron como ciencia autónoma y moderna.

A pesar del notable progreso geológico mexicano y su abultada literatura, de la nutrida retroalimentación experimentada en los Congresos Geológicos Internacionales y de los trabajos y estudios de orden local (realizados por nacionales y extranjeros), el fundador de la Sociedad Geológica Mexicana y director del Instituto Geológico de México, el geólogo José G. Aguilera refería hacia 1904 respecto al desarrollo de la ciencia geológica en México que: “desgraciadamente la ciencia no ha alcanzado un grado elevado de desarrollo, antes por el contrario, está todavía en su infancia, y la época presente es una época de gran importancia, porque todavía está por describirse y estudiarse la mayor parte del país, y aunque los trabajos ya publicados abrazan una gran parte del vasto campo de investigación de la ciencia geológica, dichos trabajos, imperfectos en su mayoría, son esencialmente descriptivos”.<sup>111</sup> Desde luego, Aguilera señala que no todos los trabajos realizados hasta ese momento, son imprecisos y descriptivos. Dicha reflexión del geólogo Aguilera responde precisamente a ese ajeteo científico que va del siglo XIX a principios del XX, donde aún se debaten importantes premisas de estudio de la Geología, en México se estaba comenzando a ilustrarse de forma netamente científica el territorio nacional. A lo cual, con base en la opinión de un protagonista de ese proceso, podemos decir que hace referencia a que la geología moderna mexicana apenas se está constituyendo, y, por lo tanto, ya existen las bases de ese estadio.

## **2. EL LARGO CAMINO HACIA LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA CIENCIA GEOLÓGICA EN MÉXICO**

La institucionalización de la ciencia en México también forma parte imprescindible de la *edad heroica de la geología mexicana*, y por supuesto, de su concreción como disciplina moderna. Este proceso se intensificó hacia las últimas décadas del siglo XIX, lo que coadyuvó en la consolidación de los grupos de hombres de ciencia, habidos y por haber en las distintas

---

<sup>110</sup> Ordóñez, 1938:113.

<sup>111</sup> Aguilera, 1904: 115.

disciplinas.<sup>112</sup> Por otra parte, a la luz de Pierre Bourdieu,<sup>113</sup> los mismos círculos en su faceta intelectual, comenzaron a delimitar sus campos de acción, es decir, buscaban reafirmar su autonomía como grupos o sociedades científicas,<sup>114</sup> a través de la discusión en revistas especializadas, congregación y academia, con el objetivo de ascender en la escala social, política y económica, o por lo menos eso fue el caso de los ingenieros y geólogos, Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez, quienes con su visión científica e intelectual materializaron una serie de propuestas que finalmente tuvieron influencia en el ámbito científico, político y económico del país.<sup>115</sup>

Antes del Porfiriato, la geología mexicana ya contaba con instituciones que precedieron a la Comisión Geológica (1888) y al Instituto Geológico (1891), aunque no con un ente como lo fue el Instituto el cual surgió para brindar servicios geológicos al país. Desde luego, que las escuelas de minas también cumplieron con el objeto de servir a la nación, pero, en una medida mucho más moderada, y más bien, se concentraban en la formación académica para que nutrieran las empresas y fundos mineros. En este sentido, las instituciones que dieron forma y dirección a la ciencia geológica fueron las Escuelas Mineras en distintos lapsos de la historia, desde finales del siglo XVIII y a lo largo del siglo XIX.

Hemos de decir que el devenir de la Geología derivó de los conocimientos y práctica de los ingenieros de minas que se dedicaron al estudio geológico, por ello, es necesario tener en cuenta a las escuelas de minas como las instituciones más próximas a la institucionalización de esta disciplina en nuestro país. De manera más intermitente lo fueron las comisiones transitorias de los distintos gobiernos tanto federales como estatales, principalmente de la segunda mitad del siglo XIX. Dichas comisiones científicas tenían generalmente la encomienda de realizar trabajos a partir de la designación de hombres cualificados en la materia. Por tanto, representaron la puesta en práctica de forma más

---

<sup>112</sup> Luz Fernanda Azuela, *De las minas al laboratorio: la demarcación de la geología en la Escuela Nacional de Ingenieros (1795-1895)*, México, Instituto de Geografía, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005, pp. 33-34; Lucero Morelos Rodríguez, *Historia de las ciencias geológicas en México. De entidad gubernamental a instituto universitario (1886-1929)*, Tesis de doctorado, México, Universidad Nacional Autónoma de México 2014, p. 7.

<sup>113</sup> Pierre Bourdieu, *Campo de poder, campo intelectual. Itinerario de un concepto*, Tucuán, Montessor, 2002, pp. 9-40.

<sup>114</sup> Azuela, 2005: 43-51.

<sup>115</sup> Rubinovich *et al*, 1896: 3-7.

consistente, del quehacer geológico. No todas fueron nacionales, ya que también incursionaron comisiones extranjeras en suelo mexicano.

La Geología de finales del siglo XVIII aún no gozaba de autonomía científica, apenas comenzaba a abrirse paso rumbo a su independencia,<sup>116</sup> mientras tanto, esta disciplina se encontraba todavía ligada de la minería, como se discutió en el apartado anterior. De allí que la referencia institucional más remota que encontramos en la geología mexicana se remonta a la fundación del Real Seminario de Minería en 1792, la cual replicó el ejemplo de la Academia de Minas de Freiberg (Sajonia, 1765).<sup>117</sup> En la entonces Nueva España, la creación de una institución de esta envergadura fue impulsada por la Corona española, con el objetivo de emprender un estudio más sistemático del suelo americano, a partir de la exploración y explotación sus vastos recursos minerales y naturales. Bien lo expuso el geólogo J. G. Aguilera:

España, como madre amantísima y celosa conquistadora, secundando la iniciativa de un ilustra mexicano, el Sr. D. Joaquín Velázquez Cárdenas y León, y de un distinguido español, el Sr. D. Juan Lucas de Lassaga [...] se apresura, para la instalación é inauguración de este Colegio, que se llamó Real Seminario de Minería, a mandar a la más querida de sus colonias, a la predilecta entre sus hijas americanas, a los modestísimos sabios que formaron el primer cuerpo de profesores.<sup>118</sup>

Desde entonces el binomio ciencia y Estado se hacía manifiesto. Aunque en un principio del Real Seminario de Minería estaba destinado a formar hombres en el campo de la minería, no obstante, las raíces del saber geológico datan de sus primeros cursos de Mineralogía y Geognosia, esta última como ya hemos referido anteriormente era considerada la geología que trajo Andrés M. del Río por enseñanza de su mentor, Werner. Para este último, “la geognosia incluía el estudio de la formación de las montañas y las vetas, en tanto que el arte de las minas abarcaba los procesos de extracción, apoyados en la mecánica”.<sup>119</sup>

La primera instrucción de los conocimientos geológicos fueron los impartidos a partir de 1795 en la denominada cátedra de Mineralogía, que comprendía la Orictognosia,

---

<sup>116</sup> Azuela, 2009: 100.

<sup>117</sup> Francisco Omar Escamilla González, “La Escuela Práctica de Minas en Fresnillo, Guanajuato y Pachuca (1858-1863)”, en: *Comercio y minería en la Historia de América Latina*, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Antropología e Historia, 2015, p. 466.

<sup>118</sup> Aguilera, 1904: 42-43.

<sup>119</sup> Escamilla, 2015: 467.

Geognosia y Arte de Minas. Según Azuela, refiere que la Geognosia “estudiaba la estructura y composición de las rocas que forman la Tierra y podría acotarse dentro del campo de la Petrología”.<sup>120</sup> A este periodo de la historia se vincula la génesis del inicio de la geología moderna en México, de aquí parte el longevo proceso de la *edad heroica de la geología mexicana*, la cual parte precisamente en 1795 y se concreta hasta 1895. En este sentido, el Real Seminario de Minería se considera como la cuna de las ciencias geológicas en el largo camino de consolidación de la geología mexicana.

Lo que en un primero momento fue el Real Seminario de Minería o también conocido como Colegio de Minería de México, tiempo después se convertiría en la Escuela Nacional de Ingenieros a partir de 1867. Esta institución, una de la más longeva e importantes del siglo XIX formó a la mayoría de los hombres de ciencia de la Tierra, encargados del levantamiento racional de la información minera y geológica del país.<sup>121</sup> Si bien no fue la única, -en ella- se forjaron tres de los hombres más destacados en el ámbito geológico de la escena nacional entre el siglo XIX y XX: Del Castillo, Aguilera y Ordóñez. Así mismo fue casa de estudios del reconocido Mariano Bárcena o del connotado Santiago Ramírez, sólo por referir otros ejemplos.

La Geología como ciencia moderna y utilitarista para algunos Estados como Gran Bretaña, Canadá, Irlanda, Austria, entre otros, se reafirmó a principios del siglo XIX,<sup>122</sup> y para el caso mexicano no fue la excepción, ya que a partir de la proliferación de estudios de la Tierra en territorio novohispano y luego mexicano, por parte de distintas instituciones educativas, tales como el Colegio de Minería o el Colegio Militar, impulsaron la formación de hombres aptos para el estudio del suelo.<sup>123</sup> Lógicamente, con el impulso de los servicios geológicos se pudo potencializar sectores económicos como el minero, el agrícola o el textil, ya que el conocimiento de las cualidades de la Tierra permitió direccionar en mejor forma las inversiones.

---

<sup>120</sup> Azuela, 2009: 100-101.

<sup>121</sup> Uribe, 2009: 107.

<sup>122</sup> Sequeiros, Pedrinaci, Berjillo y García, 1997: 21; Mill, 2007: 21-45; Morelos, 2014: 3-4 y 134.

<sup>123</sup> Moisés Gámez y Amor Mildred Escalante, “Estrategas técnicos y gerenciales. Expertos e ingenieros en la minería y metalurgia de Guanajuato, México, siglo XIX”, en *Comercio y minería en la Historia de América Latina*, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo/Instituto de Antropología e Historia, 2015, pp. 509-510.

Llegar a este estadio no fue tarea fácil, el desarrollo de las ciencias de la Tierra en el México decimonónico, en particular de la Geología, no sólo se adosó al sector científico, sino que también fue abrazada por intereses de incumbencia política, económica y comercial, dicho interés multisectorial redujo la velocidad de cambio de la ciencia geológica en sí misma, debido a la permanencia de elementos tradicionales y luego del agregado de modernos, retardaría así, su transformación epistemológica, en cuanto al caso mexicano.<sup>124</sup> Sin embargo, la Geología y demás ciencias de la Tierra significaron un aliciente en la construcción del México independiente. En ese sentido, el siglo XIX fue un periodo histórico con un sísmico devenir, “de revoluciones políticas, sociales, científicas, industriales, intelectuales y artísticas –algunas triunfales, otras frustradas– que infundieron en hombres y mujeres la conciencia de los cambios pueden ser drásticos y revolucionarios en lugar de evolutivos”.<sup>125</sup>

Tras la Independencia de México, el nuevo país se vio en la necesidad de implementar múltiples proyectos de incumbencia económica, científica y política con el objetivo de organizar y construir un nuevo Estado.<sup>126</sup> Una de esas directrices fue la refundación del sistema educativo, con énfasis en el cultivo de las ciencias, donde la Geología quedó entre las más importantes con obvia vinculación al Colegio de Minería.<sup>127</sup> En el contexto de las primeras décadas del siglo XIX, mientras México lograba independizarse, en otros países, los servicios geológicos fueron desarrollados por el Estado, para elaborar cartografía a fin de identificar los centros minerales y demás riquezas de sus territorios.

De esta forma fue que “en los países más desarrollados económicamente y con vocación expansionista se fundaron los primeros institutos geológicos (*geological survey*), dada la influencia de la Revolución Industrial que impulsó la búsqueda de minerales industriales y de fuentes de energía (combustibles fósiles, carbón y petróleo), bajo el dominio

---

<sup>124</sup> Morelos, 2012: 35.

<sup>125</sup> Cohen, 2002: 325.

<sup>126</sup> El Estado entendido como una máquina que conglomeraba la estructura jurídica y política para dar orden y control a un determinado grupo de personas (pueblo = nación). Es decir: “Por Estado entendemos el conjunto de instituciones públicas que regulan la vida de un país, que se instituye sobre los intereses y voluntades particulares. Así, el Estado es la organización política soberana de una sociedad establecida en un territorio determinado, bajo un régimen jurídico, con independencia y autodeterminación, con órganos de gobierno y de administración”. Fuente: “La confusión entre Estado y gobierno”, en: *Revista de la Bolsa de Comercio de Rosario*, Argentina, Bolsa de Comercio de Rosario, año XCIX, no. 1511, 08 de septiembre de 2010, p. 4.

<sup>127</sup> Uribe y Cortés, 2006: 511.

<sup>127</sup> Lucero Morelos Rodríguez y José Omar Moncada Maya, “Orígenes y fundación del Instituto Geológico de México”, *Asclepio*, 67 (2) julio-diciembre 2015, p. 500.

del Estado”.<sup>128</sup> Para el caso mexicano, dicho servicio de orden gubernamental y científico se desarrolló con mayor empuje hasta la época del Porfiriato. Para estimar el surgimiento de estas organizaciones a nivel mundial, véase la siguiente relación:

**Tabla 3.** *Creación de los Servicios Geológicos a nivel mundial.*

<b>País</b>	<b>Primer director-fundador</b>	<b>Fecha</b>
Gran Bretaña	Henry Thomas de la Beche (1796-1855)	1835
Canadá	William Edmon Logan (1798-1875)	1842
Irlanda	Sir Henry James (1828-1911)	1845
Austria	Wilhelm von Haidinger (1795-1871)	1849
España	Fermin de Arteta y Sesma (1796-1880)	1849
India	John McClelland (1800-1883)	1851
Portugal	Joaquim Felipe Neri Delgado (1844-1908)	1852
Suecia	Axel Joachim Erdmann (1814-1869)	1859
Noruega		1858
Italia	Giuseppe Meneghini (1811-1889)	1867
Francia	Jean Baptiste de Beaumont (1798-1874)	1868
Hungría	Miksa Hantken (1821-1893)	
Sajonia		1872
Suiza		1872
Prusia	Wilhem Hauchecorne (1828-1900)	1873
EUA	Clarence R, King (1842-1901)	1879
Japón	Tsunashiro Wada (1856-1920)	1882
Rusia	Grigory Helmersen (1803-1884)	1883
Rumania		1882
Finlandia		1885
México	Antonio del Castillo (1820-1895)	1886
Dinamarca		1888
Bélgica		1896
Perú		1902
Argentina		1904
Brasil	Orville Adelbert Derby (1851-1915)	1907

<sup>128</sup> Lucero Morelos Rodríguez, *Historia de las ciencias geológicas en México. De entidad gubernamental a instituto universitario*, Tesis de doctorado, México, Universidad Autónoma de México, 2014, p. 132.

China	Wenjiang Ding (1887-1936)	1911
Colombia		1916

Fuente: Morelos, 2014: 134.

El tardío impulsó del Estado mexicano en la creación de este tipo de instituciones (particularmente los servicios geológicos) puede explicarse a partir de las dificultades que sufrió la naciente nación mexicana a lo largo de la centuria decimonónica o probablemente a la visión los gobiernos en turno, que con base en las necesidades estructuró toda una política de fomento, aspiraciones que en el Porfiriato se concibieron con mayor éxito, sin embargo, desde que México logró la autonomía política, buscó el desarrollo de proyectos de interés nacional, aunque no fue fácil, tampoco fue nulo, pues había que instalar todo un nuevo sistema de gobierno que llevara las riendas de la nación.<sup>129</sup>

Años antes de la formación del Ministerio de Fomento en 1853, en un acto público, el general José María Tornel y Mendivil en el Colegio de Minería, manifestó la importancia de las ciencias de la Tierra, por un lado “la Mineralogía, la ciencia más importante en la república, porque explota sus riquezas son rival y su ejemplo, porque con el cambio de ellas, con los productos de la industria de todas la naciones, satisface nuestras necesidades y hasta los caprichos del lujo y de la moda, practicando la extracción y la preparación de los metales, es el alma del comercio, el vehículo de la civilización, el resorte principal de la política, la vida de las sociedades, y el sostén más eficaz de los gobiernos”.<sup>130</sup> Mientras que “la Geología es propiamente la ciencia de la tierra, atendiendo a que trata de su forma exterior, de sus dimensiones, de la posición que ocupa en el espacio, de sus movimientos, de su densidad y de la división de líquidos y sólidos, como enumera los hechos que ha analizado, ningún fenómeno se escapa de su historia, y busca dentro y fuera, en la superficie, y en los senos y abismo del planeta”.<sup>131</sup>

A mediados del siglo XIX, en julio de 1853, surgió un importante proyecto tras la negociación convenida entre la Compañía Zacatecano-Mexicana y la recién creada Secretaria de Fomento, Colonización e Industria, dirigida por Joaquín Velázquez de León (1803-1882),

<sup>129</sup> Carlos San Juan Victoria y Salvador Velázquez Ramírez, “La formación del Estado y las políticas económicas (1821-1880)”, en: Ciro Cardoso (coordinador), *México en el siglo XIX (1821-1910). Historia económica y de la estructura social*, México, Nueva Imagen, 1980, pp. 66-86.

<sup>130</sup> Clementina Díaz y de Ovando, *Anuarios del Colegio Nacional de Minería, edición facsimilar*, México, Universidad Autónoma de México, 1994, pp. 66-67.

<sup>131</sup> *Ibid.*

en la cual se pactó el arranque de la Escuela Práctica de Minas y Metalurgia del Fresnillo en Zacatecas. Sin embargo, la iniciativa primaria de este proyecto, se debe al geólogo Antonio del Castillo, quien hacia 1851 había presentado la propuesta al gobierno de Mariano Arista.<sup>132</sup> En este sentido, Escamilla y Morelos refieren que, ante la pérdida territorial con Estados Unidos, se impulsó una política para redefinir la frontera norte y de paso documentar la riqueza del suelo mexicano. Ello, permitió la creación de dicha escuela de Minas del Fresnillo, la cual comenzó a operar en 1854. “Este hecho marcó un hito en la enseñanza técnica superior, ya que estableció un vínculo entre el Estado y los particulares para la formación de cuadros de expertos que se emplearían en las empresas”.<sup>133</sup>

Estos autores señalan que esta Escuela tenía la premisa de impregnar a sus alumnos en la práctica minera y geológica, ya que después de haber cubierto la parte teórica en la capital del país, tenían que recurrir a la escuela del Fresnillo. Uno de los tres profesores era del Castillo, quien fue designado para las expediciones, levantamiento de datos para las cartas geológicas y demás información que conformara la estadística de minería mexicana. En este caso, se vertió la ecuación iniciativa privada, ciencia y Estado, en la cual de forma recíproca proliferaron el conocimiento geológico del territorio mexicano.

Desafortunadamente el proyecto se volvió itinerante y transitorio. Después de haber estado en Fresnillo, Zacatecas, la Escuela Práctica de Minas se trasladó a Guanajuato y perduró allí de 1860 a 1861. Posteriormente, la Escuela se asentó en Pachuca de 1861 a 1863, aquí, sería el lugar donde cerró sus puertas a causas de la intervención francesa. Para fortuna del proyecto, gracias, nuevamente a la iniciativa del ilustre Antonio del Castillo se logró reabrir con sede en Pachuca en 1877.<sup>134</sup>

La iniciativa y materialización de dicha Escuela, representa un elemento importante en el tránsito de la institucionalización de la geología mexicana, pues el carácter pragmático que le dotó Del Castillo comienza a vislumbrar la influencia de los paradigmas de la geología moderna. Cuestión muy similar que encontramos en el espíritu científico de Charles Lyell, reconocido por su propuesta pragmática en la generación de saberes científicos sobre la teoría

---

<sup>132</sup> Escamilla, 2015: 467.

<sup>133</sup> Escamilla y Morelos, 2017: 195.

<sup>134</sup> Escamilla, 2015: 482.

de la Tierra.<sup>135</sup> Dicha instancia, resultó tan relevante para los que se formaron allí, como para la disciplina misma. Aunque el proyecto se concibió para preparar recursos humanos cualificados en los conocimientos mineros y metalúrgicos, también se estaba llevando a la práctica de campo los saberes geológicos. Justo una de las tareas de esta institución era la recolección de datos para la posterior formación de cartas geológicas, elemento que distinguió a los servicios geológicos de otros países y, sobre todo, una tendencia moderna del quehacer geológico-científico moderno.

En dicha experiencia podemos atisbar, en términos de Parsons, uno de los primeros “acto unidad” del geólogo en discusión. Pues la Escuela Práctica de Minas significó un importante peldaño en el largo camino de la institucionalización de la ciencia, y desde luego, de la *edad heroica de la geología mexicana*. Esta iniciativa, del también ingeniero de minas la pensamos como un acto unidad en la que encontramos la finalidad de formar hombres con competencias técnicas en ciencia de la Tierra, desde luego, en Geología. Con ello, se integrarían a una dinámica social más amplia, como parte de los principios de la división del trabajo. Esto se traduciría en un notorio avance en las investigaciones del suelo mexicano al poner en práctica sus conocimientos en Geología. Sin embargo, ¿cuál sería la situación de la acción, es decir, de la iniciativa y materialización del proyecto que apuntaló el Sr. Del Castillo? Al respecto podemos apreciar una bifurcación: por un lado, las condiciones que mermaron dicha acción se derivan de las facultades que pudo haber dado o no el gobierno, cuestión que escapaba de las manos de este geólogo. Empero, las condiciones políticas que se presentaron con la intervención francesa fueron motivo del cierre de la Escuela. Una vez que se reestableció la República, el Sr. Antonio tuvo los medios para la reapertura de dicha instancia. Los medios que tuvo este connotado geólogo para su éxito, se debieron al apoyo que recibió tanto de la iniciativa privada como de la pública, de la Compañía Zacatecano-Mexicana y la Secretaria de Fomento (respectivamente). Ello, le valió para que se dieran las posibilidades de concebir esta iniciativa. Esta es la primera obra (acto unidad) que concebimos como destacable en la trayectoria de este personaje clave en la historia de la geología mexicana.<sup>136</sup>

---

<sup>135</sup> Álvarez, 2004: 286.

<sup>136</sup> Parsons, 1968: 81-83; Moreno y de Miguel, 1982: 24.

En ese sentido, ¿qué podemos decir de la orientación normativa de este acto unidad? Lo que llevó a la materialización de este proyecto se debió a la influencia que tenía el Sr. Del Castillo con el gobierno en turno, tanto en la fundación, como en la reapertura de 1877. Es decir, la naturaleza de la relación en este acto unidad se debe a factores políticos.<sup>137</sup> Luego, tenemos que además de la Escuela Nacional de Ingenieros, “operaron en la segunda mitad del siglo XIX escuelas de ingenieros en Guanajuato, Aguascalientes, Estado de México, Jalisco, Oaxaca, San Luis Potosí, Zacatecas, Hidalgo, Puebla, Querétaro, Sinaloa y Nuevo León”.<sup>138</sup> El surgimiento de diversas escuelas de minas, en gran parte, obedeció en apoyo al fomento regional de la explotación sistemática de los minerales en los principales centros mineros del país.<sup>139</sup> Sin embargo, las escuelas de minas de los estados no lograron tener la misma capacidad financiera que poseía la Escuela Nacional de Ingenieros, lo que llevo al cierre de varias de ellas. A pesar de ello, la iniciativa científica siempre estuvo manifiesta en las distintas zonas de la República Mexicana.

En otro tenor, y por esfuerzo de los distintos gobiernos de la República y de algunos estados, en convenio con los hombres ciencia de la Tierra se implementaron trabajos de estudio geológico y minero, a través de comisiones científicas transitorias. Una de las que resulta importante por sus resultados fue la desarrollada durante el Segundo Imperio (1864-1867), con Maximiliano de Habsburgo, que por orden de Napoleón III el Instituto de Francia emprendió una expedición científica a México.<sup>140</sup> A decir de Azuela, una de las aportaciones más significativas en esta comisión francesa, fue la instrucción que recibieron los geólogos mexicanos que fueron partícipes en las expediciones de esta encomienda. Entre ellos figuraron: Antonio del Castillo, Antonio García y Cubas, Francisco Jiménez y Manuel Orozco y Berra.

En el ensayo: “La investigación geológica en la Comisión Científica de México”, Azuela señala que las investigaciones geológicas realizadas en territorio mexicano durante el Segundo Imperio fueron limitadas geográficamente, esto, debido a la constante amenaza de conato de guerra con las fuerzas liberales mexicanas. Sin embargo, uno de los trabajos

---

<sup>137</sup> Parsons, 1968: 83.

<sup>138</sup> Uribe, 2009: 107.

<sup>139</sup> Gámez y Mildred, 2015: 507.

<sup>140</sup> Luz Fernanda Azuela, “La investigación geológica en la Comisión Científica de México”, en: *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, 67 (2), julio-diciembre 2015, p. 2.

más valorados en términos de reconocimiento territorial geológico fue el *Coup d'Oeil sur la Topographie et la Géologie du Mexique et de l'Amérique Centrale* por Virlet d'Aoust. Así mismo, la autora rescata de Del Castillo sus estudios sobre minerales y su clasificación y sobre el fierro meteórico de Yahuitlán.<sup>141</sup> La empeñosa labor que realizó la comisión francesa constituyó un avance en el progreso de la geología mexicana. Posteriormente, afirma José G. Aguilera, que se da un repunte repentino en la proliferación de trabajos geológicos de cuño mexicano. Esto principalmente ligado a las comisiones transitorias que impulsaron los gobiernos federales y estatales entre 1872 y 1888.

El geólogo Aguilera indica que, en lo concerniente al gobierno federal, los años que corren entre 1872 y 1886, se caracterizan por los trabajos de las comisiones geológicas que estudiaron temporalmente a nivel regional algunos lugares de la República Mexicana. Entre las comisiones que se logran recuperar: La Comisión Geológica del Estado de México, Comisión del Estado de Jalisco, Comisión para Michoacán (Aguilera sólo refiere exploraciones hechas a Coalcomán y Ucareo, Michoacán, en distintos años y por diferentes comisionados), Comisión Minera del Estado de México (1886), la Comisión Exploradora de la Baja California y la Comisión Americana.<sup>142</sup>

Con respecto al periodo porfirista, se puede decir que, su política de fomento apoyada en el modelo liberal, coadyuvó en la fractura de la minería tradicional, pues con las legislaciones fincadas a lo largo de su mandato, se puede afirmar que dio apertura y flexibilidad para la explotación y procesamiento minero-metalúrgico y, configuró una minería moderna, que si bien al final en su última ley regresó el control al estado, no significó que la “modernización minera” haya retrocedido, pues esta, ya estaba consolidada como nuevo paradigma de producción.

Fue precisamente en las últimas tres décadas del siglo XIX, que México logró consolidar el Estado nacional,<sup>143</sup> entre los factores que hicieron posible, está, la estrecha relación entre las ciencias de la Tierra y el Estado, la cual se estableció por medio de los hombres de ciencia del México decimonónico. Con en el gobierno de Díaz se incentivó por

---

<sup>141</sup> *Ibid.* 8.

<sup>142</sup> Aguilera, 1904: 62-67.

<sup>143</sup> Alicia Salmerón Castro, “Presentación”, en: Leonor Ludlow (coord.), *Los secretarios de Hacienda y sus proyectos (1821-1933)*, México, Universidad Autónoma de México, Tomo II, 2002, p. 83.

medio de la Secretaría de Fomento, instancia en la que se apoyó en los hombres de ciencia para intentar abatir las condiciones contradictorias de la economía y además proponer nuevos proyectos, lo cual fue canalizado –en parte– a través del Instituto Geológico de México. Claro está que a partir de la República Restaurada y el Porfiriato se reafirmó el positivismo y cientificismo. Sin embargo, Azuela refiere que “pese a las dificultades políticas y económicas que agobiaron al país en los años precedentes, los intelectuales mexicanos habían encontrado el espacio para desarrollar investigaciones científicas”.<sup>144</sup> El quehacer científico siempre estuvo en constante movimiento, aunque a la sombra de la estabilidad nacional.

Entre 1876 y 1910 la solidez política y el desarrollo de nuevas leyes, dieron pie a un auge económico, por un lado se construían vías férreas, potenciando así el mercado nacional y la exportación agrícola y mineral; por otra parte, la apertura a capitales extranjeros mostró la flexibilidad del Estado mexicano ante la economía mundial.<sup>145</sup> En este sentido, se comenzó a operar a partir de la intervención de las ciencias de la Tierra, las cuales fueron promovidas por el Estado, con ello vino la realización de trabajos de prospección territorial, los cuales sirvieron para la atracción de capitales, proyecto que requería de una previa labor legislativa, pero también de investigación y recolección de información sobre el territorio nacional, pues ya desde 1877 se había creado la Comisión Geográfico-Exploradora, para incentivar el desarrollo de trabajos cartográficos.<sup>146</sup>

La campaña de persuasión inversora gestada por el gobierno de Porfirio Díaz, buscaba aprovechar los recursos naturales de la nación, mecanizar los procesos productivos, incentivar las diversas regiones del país, además de que se introdujera y trabajara con ciencia y tecnología de vanguardia, con el objetivo de industrializar y modernizar (según la concepción de la época) la nación.<sup>147</sup> En este sentido, el Estado actuó a través de sus instancias más importantes y que “a tono con la política exploratoria de la Secretaría de Fomento, desde comienzos del decenio de 1880 la dependencia organizó empresas científicas

---

<sup>144</sup> Azuela, 2015: 2.

<sup>145</sup> Sandra Kuntz Ficker y Elisa Speckman Guerra, “El Porfiriato”, en: *Nueva Historia General de México*, México, El Colegio de México, 2010, p. 506.

<sup>146</sup> Eli de Gortari, *La ciencia en la historia de México*, México, Fondo de Cultura Económica, 2ª ed., 2016, p. 446.

<sup>147</sup> Eduardo, Flores Clair, “Los ingenieros: actores del progreso porfirista y promotores de la inversión de capital en el norte del país”, 2015, p. 14. [en línea] <https://estudioshistoricos.inah.gob.mx/wp-content/uploads/Sesi%C3%B3n-3-Eduardo-Flores-Clair-INGENIEROS-PORFIRISTAS.pdf>

en búsqueda de noticias de la riqueza mineral latente del país, cuyo dominio pertenecía a la nación, para la explotación con fines comerciales de los yacimientos de carbón de piedra, bitúmenes y el petróleo, pues la demanda del combustible fósil era imperiosa, aunado a que con su ubicación se buscaba paliar con la destrucción de los bosques”.<sup>148</sup> En este contexto, se observa cómo las ciencias de la Tierra son bastión del Estado mexicano en términos de bonanza económica y firmeza política, ya que fueron fundamentales en el desarrollo de proyectos de interés nacional. Por ello la necesidad de ocupar a hombres con conocimientos sistemáticos, tales como los ingenieros de minas, geólogos y de otros especialistas.<sup>149</sup>

En 1886 se pusieron en marcha dos importantes proyectos que impulsarían la investigación y conocimientos sobre el suelo mexicano, por un lado, la Comisión Geológica de México (inician los servicios geológicos a cargo del gobierno federal), cuyo objetivo versaba en la elaboración de mapas, secciones transversales, entre otros elementos gráficos e informativos útiles para explicar la dinámica del territorio, dicha Comisión reunía a hombres especializados en ciencias de la Tierra; asimismo arranca la Tipografía de la Secretaría de Fomento, que impulsó y multiplicó el material informativo sobre ciencia, además de imprimir mapas y cartas tanto geográficas como geológicas.<sup>150</sup>

Con la Comisión Geológica Mexicana, el Estado operaría de forma sistemática en la exploración del territorio mexicano, dicho servicio se había basado en el modelo norteamericano, el cual consistía en que:

Los *geological surveys* estaban encargados de realizar los levantamientos topográficos, análisis de suelos y los respectivos mapas de rocas, suelos y yacimientos minerales, asociados íntimamente a las políticas de ocupación y exploración económica de los territorios conquistados en el oeste, principalmente con fines agrícolas y mineros [...] los geólogos intervinieron en la valorización y ‘clasificación de tierras nacionales’, en función de los recursos naturales que contenían dictaminaban la porción que debía venderse y la que debía reservarse.<sup>151</sup>

Con base en este esquema se configuró similarmente el mexicano, con ello se daría pie a la creación del Instituto Geológico de México (IGM), el cual comenzó a operar en 1891,

---

<sup>148</sup> Morelos, 2014: 79.

<sup>149</sup> Flores, 2015: 22-23.

<sup>150</sup> de Gortari, 2016: 446.

<sup>151</sup> Morelos, 2014: 134-135.

aunque su creación data del 25 de diciembre de 1888.<sup>152</sup> Tras esta longeva e intermitente marcha de las instituciones geológicas (primordialmente mineras) que precedieron al Instituto Geológico de México, el gobierno federal “convencido [...] de las ventajas que para la industria tendría el conocimiento del suelo del país, fundó en 1888 una Comisión Geológica [...] entretanto el Congreso General resolvía sobre la iniciativa del Secretario de Fomento para la organización de un Instituto Geológico Nacional”.<sup>153</sup> De esta forma, finalmente, se lograba establecer una institución científico-gubernamental que velara por el estudio concienzudo del territorio mexicano. Por lo que a este escenario respecta, las instituciones que antecedieron al IGM, no fue tarea fácil llegar a dicho estadio. Sin embargo, también es importante ponderar los factores de tipo económico y político que afectaron a la nación durante el siglo XIX, cuya inercia, de alguna forma u otra importunó el desarrollo constante de la ciencia geológica de México. Sin embargo, Antonio del Castillo ya había hecho el intento de crear el Instituto Geológico desde 1882, iniciativa que había sido respaldada por el General Pacheco, pero no prosperó ya que se habían suscitado algunas objeciones.<sup>154</sup>

A decir del emprendimiento de Del Castillo, tanto la Comisión Geológica como el IGM zarparon bajo su dirección. Su influencia en la cúpula política del Porfiriato le solventó el proyecto de crear un Instituto dedicado al quehacer geológico, el cual sería financiado por el gobierno a través de la Secretaría de Fomento.<sup>155</sup> La Comisión Geológica comenzó sus trabajos en 1888 con miras de recoger la información que diera pie a la elaboración de dos mapas nacionales, uno geológico y otro minero para posteriormente, en 1889, exponerlos en el Campo Marte en París, Francia. Dicha comisión se integró de la siguiente manera:

**Tabla 4.** *Comisión Geológica Mexicana de 1888.*

<b>Fecha de nombramiento</b>	<b>Integrante</b>	<b>Categoría</b>
Marzo de 1888	Antonio del Castillo	Director
12 de mayo de 1888	José Guadalupe Aguilera	Geólogo
1° de agosto de 1888	Baltasar Muñoz	Geólogo
30 de abril de 1888	Francisco Garibay	Topógrafo y configurador
20 de abril de 1888	Lamberto Cabañas	Geólogo, topógrafo y configurador

<sup>152</sup> Morelos, 2014: 140; de Gortari, 2016: 446.

<sup>153</sup> Aguilera, 1904: 67.

<sup>154</sup> Morelos, 2014: 137-140.

<sup>155</sup> Aguilera, 1904: 67-68.

30 de abril de 1888	Ezequiel Ordóñez	Ayudante de geólogo y dibujante
7 de mayo de 1888	Juan Orozco y Berra	Dibujante topógrafo e ingeniero encargado de la conclusión final de las cartas topográficas
30 de abril de 1888	Luis G. Becerril	Dibujante y Paisajista
30 de abril de 1888	Francisco Brito	Escribiente y coleccionador
8 de mayo de 1888	Juan Alonso	Sustituto o interino de Francisco Brito como Escribiente y coleccionador
14 de diciembre de 1888	Joaquín L. Rivero	Geólogo auxiliar

Fuente: Morelos y Moncada, 2015: 13.

Del Castillo fue respaldado por el entonces Secretario de Fomento, el General Carlos Pacheco, así como también lo había recibido de Porfirio Díaz. Finalmente, el Congreso sancionó la creación del Instituto Geológico en 1888, la Comisión entonces creada mutó al Instituto en 1891, manteniendo el mismo personal. Los puestos de mayor jerarquía se remontaban a la dirección por A. del Castillo y la subdirección a cargo de José G. Aguilera. Aunque se contaba ya con la flamante institución, trató de “poner en práctica el programa general para cuyo desempeño había sido establecida; pero, desgraciadamente, por causa de la crisis que la depreciación de la plata originara en el país, no se pudo completar el personal propuesto por el Sr. A. del Castillo, Director del Instituto, y sólo destinó para los trabajos una parte de la asignación decretada por el Congreso de la Unión”.<sup>156</sup> El geólogo Aguilera, refirió sobre las tareas que “el Instituto Geológico, tratando de llenar su vasto e interesante programa, ha desempeñado trabajos que corresponden, unos, a la Geología pura, y otros a distintos departamentos de la Geología aplicada”.<sup>157</sup>

De aquí que importantes hombres del círculo científico destacaran en la ocupación de cargos ejecutivos, particularmente en la dirección de dicho Instituto, tal fue el caso de los geólogos en estudio, comenzando por el fundador y primer director Antonio del Castillo, así como sus discípulos José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez. Unos de los servicios que brindó el IGM, fueron los trabajos realizados sobre sismología, por lo que el 5 de septiembre de 1910, al inaugurarse la Estación Central de Tacubaya queda formalmente establecida dicha instancia, y con ello comenzó a operar la red sismológica nacional, lo cual exhibe el éxito y

---

<sup>156</sup> Aguilera, 1904: 82.

<sup>157</sup> *Ibid.* 83.

crecimiento del servicio geológico brindado desde la creación del Instituto Geológico de México.<sup>158</sup> Esta conformaría la segunda obra relevante en la historia de Del Castillo, pero la primera, como parte del proceso de concreción de la geología mexicana como disciplina moderna.

En lo anterior vimos cómo se articuló directamente la ciencia y el Estado, ya que “Antonio del Castillo no fue relegado ni desvinculado de la academia por motivos políticos, por el contrario, continuó con el cultivo de las ciencias con relativa normalidad”.<sup>159</sup> La geología fue un agente elemental en el gobierno del régimen porfirista, con ella se mostraba que México era un país con riqueza, cultura y un potencial centro de inversión, para ello, se aprovechó la participación de México en las ferias internacionales de ciencia de orden internacional, como lo fue la Feria Internacional de París, celebrada en 1889, donde dicho tipo de “eventos significaban una oportunidad para que Porfirio Díaz mostrara que México era un país civilizado y con aspiraciones progresistas, en el que era deseable invertir, por lo que en general fueron un factor que impulsó el desarrollo científico”.<sup>160</sup> Así fue que la relación ciencia y Estado se estrechó durante las últimas dos décadas del siglo XIX y tomaban impulso hacia las primeras del siglo XX. En el capítulo tercero haré un análisis de enfoque múltiple para evidenciar la relevancia de esta institución y su aportación al progreso de la ciencia geológica en México.

### **3. LOS GEÓLOGOS DEL CASTILLO, AGUILERA Y ORDÓÑEZ**

Durante la segunda mitad del siglo XIX, en México se acentuó la práctica científica de la geología y otras disciplinas afines, las cuales permitieron la sistematización del conocimiento de las riquezas y la valoración del potencial del suelo mexicano.<sup>161</sup> Dicha labor fue efectuada por un pequeño grupo de hombres de ciencia aptos y doctos en la materia, misma que fue respaldada por el gobierno en turno, uno de los objetivos: atraer inversiones a México.<sup>162</sup>

---

<sup>158</sup> de Gortari, 2016: 447.

<sup>159</sup> Morelos, 2012: 59.

<sup>160</sup> Consuelo Cuevas Cardona, “Historia de los estudios paleontológicos (1841-1975)”, en: Katia Adriana González Rodríguez, Consuelo Cuevas Cardona y Jesús Martín Castillo Carón (editores), *Los fósiles del estado de Hidalgo*, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2009, p. 21.

<sup>161</sup> Azuela, 2009 (B): 33.

<sup>162</sup> Flores, 2015: 14-23

Detrás del progreso suscitado con el Porfiriato, hubo una serie de actores implicados: políticos, militares, abogados, ingenieros, etcétera, personajes que dieron pauta y dirección al desarrollo del país. En ese mundo de figuras intelectuales, en el campo de la Geología, encontramos una trilogía científica imprescindible para comprender la historia de dicha disciplina entre 1888 y 1906.

A decir de Max Weber, “en el terreno de la ciencia sólo posee personalidad quien se entrega *pura y simplemente al servicio de una causa*”.<sup>163</sup> ¿Qué causa abrazaron los actores que ahora estudiamos? Su causa era la ciencia misma (y dentro de ella, la Geología), y con ello, servían a la nación. Esto, fue lo que alimentó constantemente el espíritu científico de Antonio del Castillo Patiño (1820-1895), José Guadalupe Aguilera Serrano (1857-1941) y Ezequiel Ordóñez Aguilar (1867-1950). Los tres manifestaron a su corta edad afición por la ciencia, la cual se ostentaría a lo largo de su vida. Ya desde la infancia, Del Castillo mostraba cualidades inquisitivas hacia su entorno y hacia el saber. Su madre le motivó desde pequeño en el camino de la sapiencia. Pasados los años, más que llegar a formarse como Ingeniero de Minas, se convirtió en un connotado científico del México decimonónico.<sup>164</sup>

Del mismo modo –desde muy joven–, José G. Aguilera se mostraba atraído por el conocimiento sobre la naturaleza, lo cual le llevó a plantearse una serie de interrogantes sobre dicho tema. Aunque éste se tituló como Ensayador, Apartador y Beneficiador de Metales (en 1880), Aguilera se consagró como un destacado hombre de ciencia a fines del siglo XIX y primeras décadas del XX.<sup>165</sup> La historia no fue ajena para Ezequiel Ordóñez. Desde los seis años y por cuestiones familiares se instaló en la cercanía de los prismas basálticos del estado de Hidalgo. De allí, Ordóñez despertó su vocación científica por la Geología. En cambio, Ezequiel se graduó como Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo (1893), sin embargo, al igual que los otros personajes, Ordóñez también cultivó el campo de la ciencia geológica.<sup>166</sup> Ello nos prueba que la ciencia nace –en cierta medida– por “las intrincadas relaciones entre el sujeto y su entorno y que serán las necesidades materiales generadas incesante y

---

<sup>163</sup> Weber, 1981: 69.

<sup>164</sup> José G. Aguilera, “Antonio del Castillo”, en: José G. Aguilera, *Bosquejo Geológico de México*, México, Instituto Geológico de México, Secretaría de Fomento, 1896, pp. 3-7.

<sup>165</sup> Rubinovich, Levy, de Luna y Block, 1991: 3-10.

<sup>166</sup> Rubinovich y Lozano, 1998: 3-23.

circularmente las que propondrán el momento y el ritmo de avance de la ciencia”.<sup>167</sup> Esta situación se manifestó en la obra científica de estos tres actores que, a su vez, permearon a la ciencia misma.

**Imagen 1.** Ingeniero de Minas y geólogo: Antonio del Castillo Patiño (1820-1895).



Fuente: Morelos Rodríguez, Lucero; Moncada Maya, José Omar (2015), Orígenes y fundación del Instituto Geológico de México, *Asclepio*, 67 (2): p103, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/asclepio.2015.21>

El primero de nuestros actores en cuestión es Antonio del Castillo Patiño quien nació el año de 1820 en Pungarabato, en ese entonces era jurisdicción del estado de Michoacán, actualmente es ciudad Altamirano, Guerrero. Fue hijo del General A. del Castillo, quien por su brillante carrera militar y simpatía del pueblo llegó a la gobernatura del estado de San Luis

---

<sup>167</sup> Álvarez, 2004: 53.

Potosí. Por otra parte, la madre de Del Castillo, la Sra. Marcelina Patiño, provenía de una de las mejores familias de la región, y fue por ella que el joven Antonio optó por el camino de la ciencia, ya que desde temprana edad mostraba vocación en dicho quehacer.<sup>168</sup>

En 1832 Del Castillo fue inscrito en una de las mejores escuelas de la capital mexicana, institución que dirigía el caballero francés Matyen de Fossey, donde cursó la instrucción primaria y perfeccionamiento. Seguido de ello, continuó su formación en el Colegio de Minería, donde se distinguió por ser un buen estudiante durante la carrera. El 5 de marzo de 1845, el gobierno federal le expidió el título de Ingeniero de Minas. Su actividad como profesionista comenzó de forma temprana: de 1845 a 1851 fue sustituto de la cátedra de Mineralogía, de 1846 a 1848 fungió como secretario de la Escuela de Minas, luego por examen de oposición obtuvo la plaza de profesor propietario de Mineralogía y Laboreo de Minas. Años más tarde, el 12 de febrero de 1869 fue designado como subdirector y después, a partir de 1876 hasta el 15 de noviembre de 1879 por disposición oficial del gobierno recibió el nombramiento como director de la Escuela de Minas. Para el 17 de enero de 1881, vuelve a la dirección de dicha Escuela, cargo que ocupó con algunas intermitencias debido a que el gobierno de la República le asignaba en comisiones transitorias, hasta los tres meses antes su fallecimiento en octubre de 1895.<sup>169</sup> Como se puede apreciar, la vida profesional de este personaje pronto se insertó en la dinámica social del ámbito científico, recayendo en él, multitud de tareas y responsabilidades que direccionó con aplomo.

Nuestro segundo personaje en cuestión es José Guadalupe Aguilera Serrano, también proveniente de una distinguida familia, nació “en la antigua Hacienda de Santa Lucía, en el Bolsón de Mapimí, Estado de Durango, el 5 de febrero de 1857. Sus abuelos paternos, Pedro Ignacio Márquez de Aguilera y Josefa Belmonte, originarios de Madrid y Sevilla, respectivamente, jamás dejaron su suelo natal, mientras que sus tres hijos, Juan, José y Pedro, buscaron fortuna en el Nuevo Mundo. Sus abuelos maternos fueron el naturalista Pedro Serrano e Isabel de Aragón, originarios de Madrid, España”.<sup>170</sup>

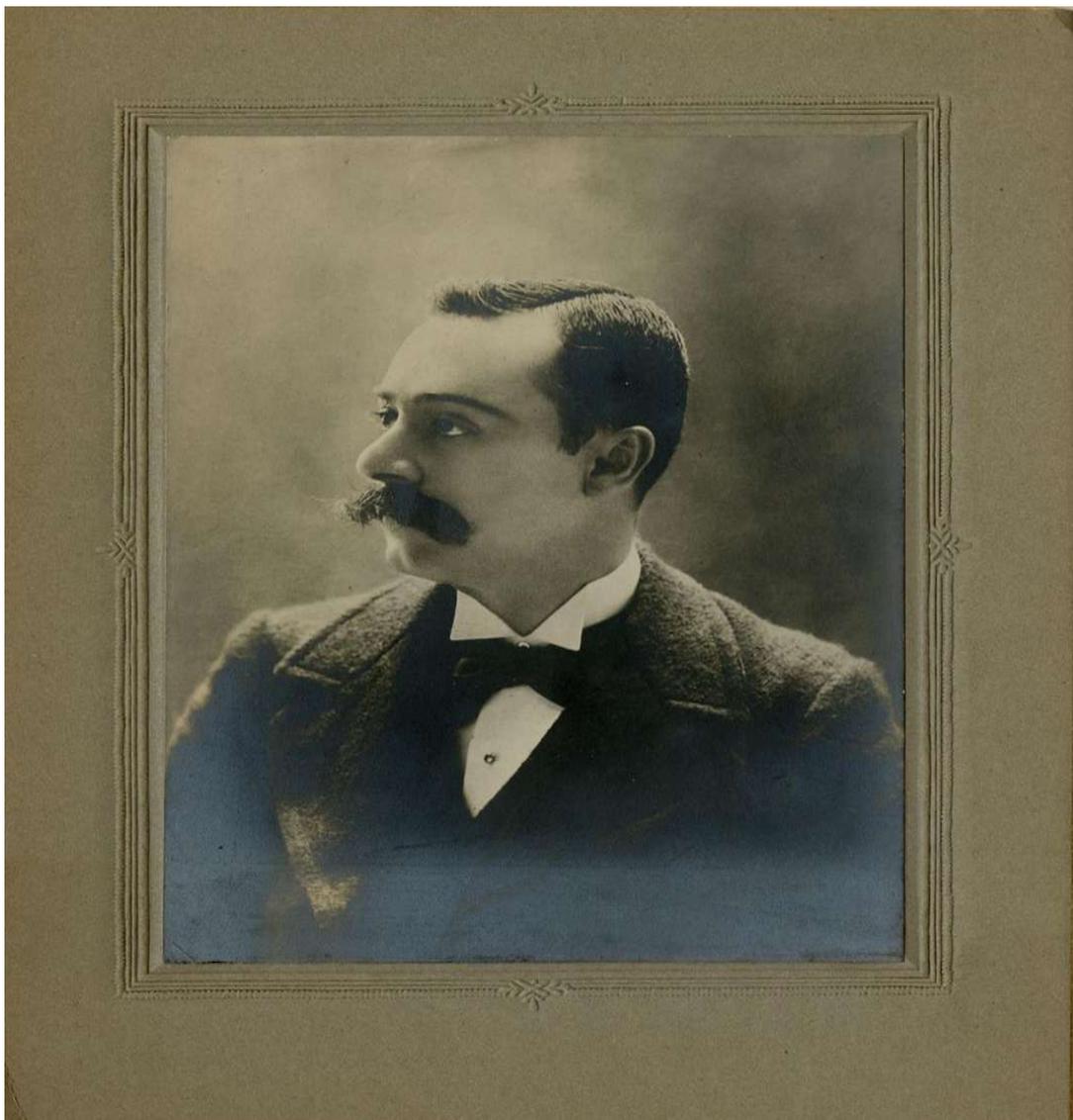
---

<sup>168</sup> Aguilera, 1896: 3-4.

<sup>169</sup> Aguilera, 1896: 4; Morelos, 2012: 56, 59 y 66.

<sup>170</sup> Rubinovich, Levy, de Luna, Block, 1991: 3-6.

**Imagen 2.** *Ensayador, Apartador y Beneficiador de Metales y geólogo: José Guadalupe Aguilera Serrano (1857-1941).*



Fuente: Morelos y Moncada, 2015: 103, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/asclepio.2015.21>

Quizá fue la trayectoria de su familia la que motivó al joven Aguilera en la ciencia, ya que desde sus primeros años de vida mostraba afición a la observación de la naturaleza. Tomó estudios en su ciudad natal, donde ganó una beca para estudiar en el Instituto Juárez de Durango; para 1876, llega a la capital mexicana para concluir estudios preparatorios e ingresar a la Escuela Nacional de Ingenieros.<sup>171</sup> Hacia 1878, es nombrado Especialista de Análisis Químicos de las Escuela de Ingenieros, además se encargó de los Gabinetes de

---

<sup>171</sup> *Ibid.*

Mineralogía y Geología. En 1880, obtiene el título de Ensayador, Apartador y Beneficiador de Metales. Su perfil y preparación le valieron para que en 1882 fuera llamado a colaborar en la Comisión Geográfico-Exploradora en calidad de ingeniero geólogo. Su valiosa participación le llevó en 1884 a la Exposición de Nueva Orleans, Luisiana, y su regreso, en 1886 fue designado como Geólogo en Jefe de la Comisión Científica de Sonora.<sup>172</sup> En Aguilera, también se observa una ocupada agenda en el quehacer de la ciencia mexicana de finales del siglo XIX.

Finalmente, nuestro tercer personaje en estudio es Ezequiel Ordóñez Aguilar quien nació el 10 de abril de 1867, en la hacienda de San Nicolás Peralta, próximo de Lerma, en el Estado de México. Su familia no tenía una estabilidad económica como la de Del Castillo y Aguilera, ya que Ordóñez era el hijo del capataz de dicha hacienda. Su padre murió cuando Ezequiel aún era joven, por lo que su familia tuvo que mudarse a Pachuca, aquí, su hermano mayor obtuvo trabajo en la mina La Purísima y otro de sus hermanos también se empleó como administrador en la fundición La Unión. De aquí que el joven Ezequiel se viera influenciado por la actividad minera.<sup>173</sup>

Desde temprano mostró su talento para los estudios, factor que le valió para que sus hermanos le impulsaran. Cuando Ezequiel logró ascender en la escala socio-económica, apoyó mucho a las familias de sus hermanos, ya que su exitosa carrera se lo permitió. Ordóñez estudió en la Escuela Nacional Preparatoria en la ciudad de México, de 1881 a 1885. Su estancia en el plantel no fue fácil, ya que tuvo que recurrir a su talento artístico para obtener dinero. Se dice que el ingreso de Ordóñez a la Escuela Nacional de Ingenieros se debió en parte al apoyo de Vargas, un clérigo cercano a él. Ya en la Escuela Nacional de Ingenieros, Ezequiel fue un notable estudiante, obteniendo buenos resultados en matemáticas, Álgebra, Español, Física, Química elemental y Geología, así como en Inglés y Francés. Fue alumno de Del Castillo y Aguilera en los cursos de Mineralogía y Geología en dicho plantel.<sup>174</sup>

---

<sup>172</sup> *Ibid.*; Uribe y Cortés, 2006: 511.

<sup>173</sup> Rubinovich y Lozano, 1998: 3-5.

<sup>174</sup> *Ibid.*; Ezequiel Ordóñez, "Discurso. José G. Aguilera", en: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, México, vol. 10, núm. 3-4, 1938, p. 113.

**Imagen 3.** Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo y geólogo: Ezequiel Ordóñez Aguilar (1867-1950).



Fuente: Morelos y Moncada, 2015: 103, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/asclepio.2015.21>

Hacia 1886, Ezequiel ingresó a la Escuela Nacional de Ingenieros de México, donde se inscribió en la carrera de Ensayador y Apartador de Metales (más no se tituló de ésta). En 1887, se le presentó una propuesta laboral, a la cual accedió, se le nombró Conservador del Gabinete de Conocimiento de Materiales de Construcción, posteriormente, se le ofreció Conservador Encargado del Gabinete de Mineralogía y Paleontología. Seguido de ello, en 1888 Ezequiel continuó su formación científica, ingresando a la carrera de Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo, título que adquirió hasta el 23 de mayo de 1893. De su trabajo como Conservador, estuvo laborando de forma intermitente, debido a que se le había llamado a participar en la Comisión Geológica con Del Castillo, Aguilera y otros. En 1891, Ordóñez

deja definitivamente el cargo de Conservador y es llamado a laborar en la Comisión, para entonces ya constituida como Instituto Geológico de México, donde Ezequiel fue nombrado geólogo, petrógrafo y paisajista.<sup>175</sup>

Hasta aquí, podemos vislumbrar a *grosso modo* la preparación profesional de estos tres actores, así como su inserción inmediata en el esquema laboral en ámbito de la ciencia nacional. El reducido círculo en que interactuaron los aproximó, principalmente, a través del Instituto Geológico y, los convirtió en una trilogía científica relevante para el desarrollo de la geología mexicana entre siglos. Sin embargo, también, se puede apreciar la diferencia que hubo entre Del Castillo, Aguilera y Ordóñez, ya que éste último tuvo una serie de complicaciones debido a su origen socio-económico. Sin embargo, la determinación y disciplina por el estudio, así como la búsqueda de la constante superación, fueron factores que empujaron a Ordóñez a forjar una carrera brillante en el mundo de la Geología en México.

La categoría de “profesional” –según– Talcott Parsons,<sup>176</sup> es parte fundamental del sistema moderno-liberal, y dota a los agentes sociales que cumplen con esta acepción, con tres aspectos elementales para entenderlos desde su formación académica y su rol en la estructura social. Dicha condición conceptual la hemos adaptado para nuestro caso de estudio, en vista de que vislumbramos en Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez los componentes que asigna Parsons al profesional. Ellos son: brindar un servicio basado en su vocación científica que coadyube en la conservación del orden y el control social existente y que, en términos del Porfiriato lo podemos pensar con relación a la ideología positivista de “orden y progreso”.<sup>177</sup> Pues los servicios geológicos de estos tres actores se desprendían principalmente de su labor en el Instituto Geológico de México, proveyendo así, estudios racionales del suelo mexicano. Si bien, la meta de estos personajes no era necesariamente la de cumplir con dicho ideal, en sus tareas iba implícito el hecho de

---

<sup>175</sup> Rubinovich y Lozano, 1998: 18-23.

<sup>176</sup> Urteaga, 2008: 174.

<sup>177</sup> Hans Werner Tobler, *La Revolución Mexicana. Transformación social y cambio político 1876-1940*, México, Alianza Editorial, 1991, p. 118; Enrique Krauze y Fausto Zerón Medina, *El Poder (1884-1900). Porfirio*, México, Clío, 1993, pp. 30-31.

que con su quehacer estaban coadyubando en el “orden y progreso” (orden y control social), ya que eran parte del puzle de las políticas del gobierno.

Sus estudios geológicos no son otra cosa que las competencias técnicas que Parsons refiere y que les dota de cierta autoridad en el esquema social. El papel de estos geólogos como operadores del Instituto Geológico les pone en un renglón de importancia dentro de la política de fomento del gobierno porfiriano, al brindar competencias más especializadas hacia finales del siglo XIX y principios del XX. La autoridad que estos actores representaban en este escenario se dio en función de sus competencias técnicas, las cuales construyeron una relación entre geólogo (profesional) y gobierno (cliente), estableciendo así una estructura social, que refuerza lo anteriormente dicho sobre el orden y control social de dicha época. Finalmente, Parsons propone como tercer elemento del profesional: la neutralidad afectiva, sin embargo, nuestro trabajo no busca indagar en su vida privada, ni en sus relaciones sociales a nivel personal, apelamos a que el autor con ello también infiere el carácter científico basado en la racionalidad y el universalismo, relegando con ello el apego afectivo.<sup>178</sup>

Si tuviéramos que resumir la categoría de profesional de Parsons con relación a nuestros sujetos en cuestión, la definiríamos de la siguiente manera: el profesional (geólogo o ingeniero científico) es un agente social que tiene vocación científica, tiene un interés por servir al colectivo (servicios geológicos a nuestro país) y reúne una serie de competencias técnicas especializadas (en Geología y otras disciplinas afines) y que, desde luego, fueron adquiridas por su preparación en una institución educativa de nivel superior o semejante (Colegio de Minería o Escuela Nacional de Ingenieros).

Repensar a estos ingenieros desde de la propuesta Parsoniana del profesional, nos obliga a focalizar y localizar su lugar en el esquema social suscitado en el contexto histórico del Porfiriato. En ese sentido, identificamos dos atributos cualitativos que los distinguen: en primer lugar, el hecho de que tuvieron una preparación como Ingenieros de Minas o como Topógrafos ya les ponía en el renglón de los letrados y/o intelectuales.<sup>179</sup> Y ser letrado para finales del siglo XIX era una cuestión elitista, y en cierta medida, estos agentes sociales se sentían con “la noble tarea [...] de poner en alto la belleza, con el fin de que formara parte de la vida diaria como una de las condiciones para encaminar a la nación por la senda del

---

<sup>178</sup> Urteaga, 2008: 174; Moreno y de Miguel, 1982: 24.

<sup>179</sup> Antonio Gramsci, *La formación de los intelectuales*, México, Grijalbo, 1990, pp. 21-36.

progreso”.<sup>180</sup> Además, qué decir de los elevados porcentajes de analfabetismo hacia las últimas dos décadas del Porfiriato, cuando la población mayor a diez años de edad alcanzaba un 17.9% (hacia 1895) y un 27.7% (para 1910) de alfabetización.<sup>181</sup> Lo cual, puso a estos profesionales en un rubro social muy reducido por sus conocimientos y competencias técnicas adquiridas en sus carreras.

Ahora bien, en segundo lugar, ¿qué tipo de profesionistas eran nuestros hombres en estudio? ¿qué competencias técnicas los distinguía? Según Escamilla González y Morelos Rodríguez,<sup>182</sup> señalan el surgimiento de un nuevo actor que se forjó y emanó del Real Seminario de Minería, y que en un primer momento se consideraba como un *artisanal-scientific expert*, éste novedoso actor era una especie de perito minero. Era una figura híbrida que amalgamaba las características de los maestros de los gremios virreinales y, a la vez, se establecían en la preformación científica de un ingeniero en Minería y Metalurgia. En el siglo XIX se transformarían en “ingenieros científicos”, éste nuevo actor concebido “como maestro o *artisanal expert* [entre otros quehaceres] debía conocer y ampliar los conocimientos sobre las teorías de la formación de la Tierra y las vetas metálicas con el objeto de realizar una prospección más efectiva”. De aquí, podemos vislumbrar su iniciación y especialización en la ciencia geológica.

Aunque vimos que en el caso de los tres difiere su carrera, Del Castillo como Ingeniero de Minas, Aguilera como Ensayador, Apartador y Beneficiador de Metales y Ordóñez como Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo, llevaron más o menos una preparación similar, además de que en sus planes de estudio se les inmiscuyó en los conocimientos racionales del estudio de la tierra, sin embargo, lo que acentuó en mayor medida su proximidad científica en los tres, fue la labor que desempeñaron en las tareas que de investigación del suelo mexicano a la luz de las ciencias de la tierra, específicamente, en el cultivo de la Geología. En este sentido, es válida la denominación de ingenieros científicos para los profesionales en estudio.

---

<sup>180</sup> Rubén Lozano Herrera, *José Juan Tablada en Nueva York: búsqueda y hallazgos en la crónica*, México, Universidad Iberoamericana, Departamento de Historia, 2000, p. 115;

<sup>181</sup> Estadísticas Históricas de México, México, INEGI, 1990; en: José Alfredo Uribe Salas, “La formación de ingenieros en México: siglo XIX”, en: Jorge Silva Riquer (coord.), *Entre la Interpretación Histórica y el Discurso de Investigación*, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Historia, Facultad de Filosofía “Dr. Samuel Ramos”, Instituto de Investigaciones Históricas, SEP, Subsecretaría de Educación Superior, 2009, p. 104.

<sup>182</sup> Escamilla y Morelos, 2017: 19-23 y 26.

Con base en el supuesto de Escamilla y Morelos respecto a la conversión del artesano experto a ingeniero científico en el siglo XIX, valdría la pena preguntarse ¿qué relación guarda esta transformación socio-científica con el proceso denominado la *edad heroica de la geología* (1780-1840)? toda vez, que en este periodo se distingue a la Geología como disciplina autónoma y moderna, y más o menos es el lapso en que surge el ingeniero científico. Ya que podríamos decir que fue un proceso que corrió de forma recíproca y paralela. Pues dichos ingenieros científicos fueron los que emprendieron y materializaron gran parte de las obras de carácter científico-geológico que impactaron en el progreso de la Geología misma. Así pues, nos atrevemos a decir que la relación que guarda la *edad heroica de la geología* con la aparición del nuevo ingeniero científico, es paralela. La obra clásica de Evaristo Álvarez<sup>183</sup> desarrolla formidablemente esta discusión y puntualiza con aplomo los actores que marcaron un antes y un después en la historia de la Geología, desde luego, esto en la experiencia europea. Para el caso mexicano, Fernanda Azuela<sup>184</sup> enmarca el proceso de la *edad heroica de la geología mexicana*, más no aclara la frontera de la Geología mexicana concebida como disciplina autónoma y moderna. Por ello, vimos pertinente estudiar las aportaciones de los actores en cuestión, pues desde nuestra óptica, el cierre categorial<sup>185</sup> de la *edad heroica de la geología mexicana* –en gran medida– se debe al quehacer de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez.

En este sentido, los personajes que ahora estudiamos los percibimos como profesionales que adquirieron conocimientos y competencias técnicas encaminadas en la investigación geológica del territorio nacional. Y que, de paso, influyeron en el desarrollo de la geología mexicana. De aquí, que hayamos delimitado nuestro campo de estudio, en particular, sobre esta trilogía científica y/o profesional, por su relevancia histórica en el marco del desarrollo de la ciencia en México. No en vano, el propio Ezequiel Ordóñez refiere que, fue gracias a Antonio del Castillo y a José G. Aguilera que se gestó “el principio del conocimiento de una geología verdaderamente científica en México, así como el impulso y el desarrollo que ha ido adquiriendo esta ciencia, siempre con el concurso de sabios y de

---

<sup>183</sup> Álvarez, 2004.

<sup>184</sup> Azuela, 2009.

<sup>185</sup> Término que emplea Evaristo Álvarez para referirse a la ciencia geológica como una “construcción capaz” de estudiar materiales diversos (teorías, minerales, pétreos, fósiles, mapas, formaciones geológicas, etc.) así como sus componentes lógicos. Álvarez, 2004: 11-12.

ingenieros extranjeros”.<sup>186</sup> La apreciación que Ordóñez demuestra hacia sus mentores, nos remite además de una profunda admiración científica, nos expone una estrecha relación laboral y seguramente, amistosa.

La geología mexicana de finales del siglo XIX, experimentó un aumento en el número de hombres dedicados en el quehacer geológico, algunos de ellos realizaron obras de relevancia científica para la época, pero, ¿qué determinó nuestro interés por estudiar la obra (en particular) de la trilogía de actores que hemos referido? Básicamente, optamos por estos tres sujetos en función de dos premisas: la primera, se debe a la concreción de la Geología como disciplina moderna entre siglos (XIX y XX), donde dicho proceso de culminación lo vinculamos a una serie de tareas elementales en el progreso de la disciplina geológica y, por ende, en el estudio racional del suelo nacional. Dichas tareas significaron el cierre categorial de la *edad heroica de la geología mexicana* (1795-1895) y que terminaron por redefinir a dicha ciencia. La segunda premisa amalgama a la anterior, pues las labores que impactaron de esa forma el comportamiento geológico-científico se emprendieron principalmente desde el Instituto Geológico de México (IGM), y a su vez, los principales protagonistas en la operatividad y materialización de las faenas del Instituto fueron los sujetos que conformaron la cúpula ejecutiva: Del Castillo, Aguilera y Ordóñez.

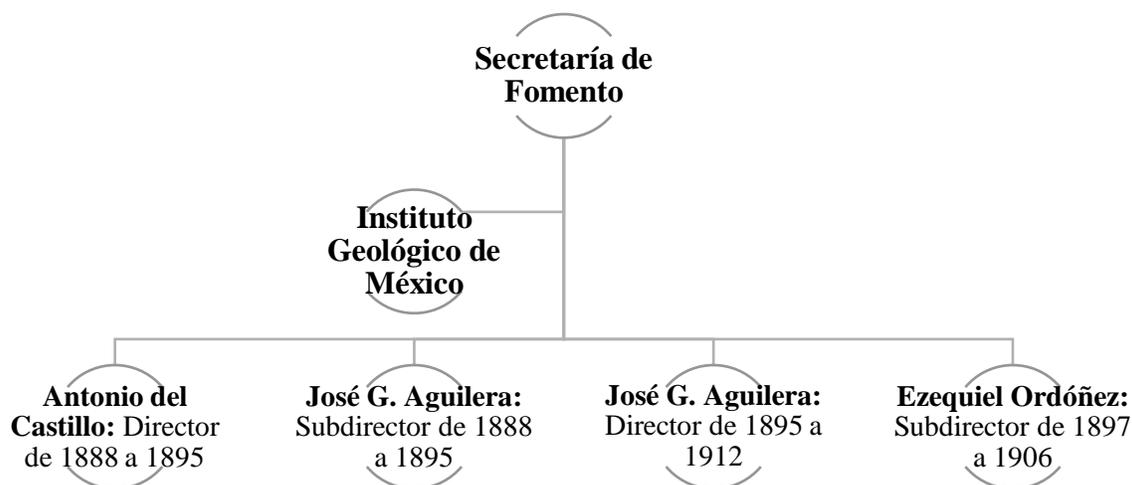
La trascendencia de los miembros del Instituto Geológico estribó en la contribución y, en gran medida, de la resolución de problemas de incumbencia nacional, que si bien, en algunos casos no lo hacían de forma directa, sí tenían una repercusión indirecta desde la trinchera del quehacer de la geología.<sup>187</sup> Es por ello, que nos delimitamos al estudio de estos profesionales y no de otros geólogos como lo referimos en la introducción de nuestra tesis. Esta cuestión será verídica reforzada en los próximos capítulos donde buscamos comprobar nuestra presunción teórica. Para exponer, digamos, de manera gráfica la posición de los principales actores en el comando del IGM entre 1888 y 1906, véase el siguiente esquema:

---

<sup>186</sup> Rubinovich y Lozano, 1988: 17.

<sup>187</sup> *Ibid.* 49.

*Esquema 1. Del Castillo, Aguilera y Ordóñez en la dirección del IGM (1888-1906).*



Elaboración propia.

Aunado a ello, la importancia de dedicarle esta investigación a la tríada en cuestión, se ve reforzada por su presencia, participación y designio de los gobiernos en turno, como representantes de México ante la comunidad científica internacional en las Exposiciones Universales y en los Congresos Geológicos Internacionales. De estos últimos, son precisamente los Sres. Antonio, José Guadalupe y Ezequiel, quienes representaron a nuestro país en el ámbito internacional de la geología, principalmente, desde 1878 hasta 1906, claro que, después de esos años aún intervino especialmente Aguilera, sin embargo, catalogamos este periodo como la mayor convergencia de dicha trilogía científica.

## CONCLUSIONES

El enconado debate suscitado en Europa entre la segunda mitad del siglo XVIII y primeras tres o cuatro décadas del siglo XIX culminó con la concreción de la ciencia geológica como disciplina moderna y autónoma, proceso que se conoce como la *edad heroica de la geología*. Este proceso orientó y especificó el objeto de estudio de la Geología. En la experiencia mexicana, el mismo proceso adquirió otros matices y desde luego una temporalidad más extensa, asimismo la delimitación del objeto de estudio adaptó distintas corrientes,

principalmente fusionó las expresiones emanadas de Werner y Lyell, entre otras, aunque con una notable influencia inglesa con Smith y Lyell.

El proceso de institucionalización de la geología en México se amalgamó paralelamente a la edad heroica de la geología mexicana de 1792 a 1888, si lo vemos estrictamente como un proceso institucional, tomando como parteaguas la fundación del Real Colegio de Minería y la culminación con la creación del Instituto Geológico de México. Aunque este proceso fue lento y longevo, la actividad científica-geológica no estuvo estática. En cuanto a los actores que estudiamos en esta investigación, lideraron la principal institución geológica científica que marcó el ritmo y dirección de las investigaciones geológicas que demandaba el gobierno porfiriano a través de la Secretaría de Fomento. Esto les otorgó un peldaño arriba de sus pares entre 1888 y 1906. Además de que fungieron como representantes de México en el escenario internacional, con relación al quehacer geológico.

## CAPÍTULO II

### DE LA EXPERIENCIA NACIONAL AL ÁMBITO INTERNACIONAL

*Las rocas “no hablan”. El geólogo de campo debe abstraerse de ciertas observaciones y clasificar los terrenos, debe reconocer los términos formacionales más allá de sus apariencias fenoménicas seleccionando de la totalidad de la experiencia ciertos “datos” que son recogidos en un mapa.<sup>188</sup>*

#### INTRODUCCIÓN

En el segundo capítulo integro un análisis sobre la experiencia geológica del primer mapa geológico del país, y su relevancia como producto geológico-científico para la disciplina misma. Sobre el tema de la cartografía geológica mexicana de finales del siglo decimonónico, aún encontramos vetas por explotar en la historiografía mexicana. Trabajos como: “El mapa geológico de México. La presencia de una nueva disciplina en el México del siglo XIX” de Morelos y Moncada (2015) nos permiten atisbar una serie de elementos que confinaron una nueva vertiente de saberes encaminados al cultivo de la recolección racional de información geológica para la configuración de lo que sería el primer mapa geológico de carácter nacional en la historia de nuestro país. También, haciendo alusión a trabajos pretéritos de corte regional, como la Carta del istmo de Tehuantepec, los autores encajan una aportación historiográfica interesante e importante desde un enfoque disciplinar.

Entre otros de los estudios sobre el tema, se halla el de Max Suter (2007) “The first geologic map of Sonora”, en cuyo artículo devela, además del interés por una construcción cartográfica del estado de Sonora, se presta atención a cuestiones como el origen de la Sismología en México emprendida por el geólogo Aguilera. Sin embargo, creemos factible repensar la experiencia de la configuración del primer mapa geológico de México, con base en nuestra presunción teórica, pues esta obra comandada por A. del Castillo representa un elemento clave para vislumbrar el parteaguas de la geología moderna mexicana. En ese

---

<sup>188</sup> Álvarez, 2004: 273.

sentido, la idea de retomar este capítulo de la historia de la ciencia es con el objetivo de demostrar que dicha experiencia debe concebirse como uno de los primeros signos de la fase moderna de la ciencia geológica.

En cuanto a la cuestión de las Exposiciones Universales y los Congresos Geológicos Internacionales, la historiografía geológica no ha profundizado en el estudio de estos eventos en función de su impacto en el quehacer geológico de geólogos mexicanos entre finales del siglo XIX y principios del XX. Rubinovich ha referido estas congregaciones científicas en sus trabajos biográficos sobre Aguilera y Ordóñez, así mismo, Morelos y Moncada han abordado el tema, y por si sola, Morelos Rodríguez. En ese sentido, buscamos dimensionar la importancia de las Exposiciones y de los Congresos en función de la influencia que generaron para nuestra tríada en estudio.

De este modo, nos planteamos cuatro interrogantes que orientaran el desarrollo de este capítulo: ¿qué impacto generó la elaboración del primer bosquejo geológico para la geología mexicana? ¿cuál fue la experiencia que les dejó dicha tarea a nuestros geólogos en cuestión? ¿qué resultados obtuvieron en la Exposiciones Universales? Y finalmente ¿cuál fue la importancia del Xº Congreso Geológicos Internacional de 1906? Bajo estas delimitaciones guiaremos el curso de este apartado. El aspecto metodológico será auxiliado por Parsons y Álvarez.

## **1. LA EXPERIENCIA DEL PRIMER BOSQUEJO DE LA CARTA GEOLÓGICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA (1889)**

¿Qué ilustraría en sí una carta geológica en el ocaso de siglo XIX y en el albor del siglo XX? Según José Guadalupe Aguilera “la carta geológica detallada contendrá, pues, todos los datos, relativos al suelo, que puedan ser utilizados; vendrá así a conocer todos los elementos de riqueza que existen en el territorio de la República”.<sup>189</sup> Y en una acepción más abstracta, diríamos que, contiene al tiempo de la Tierra. En ese sentido, contemplamos que “el concepto de tiempo geológico es una de las más importantes contribuciones de las ciencias de la naturaleza al pensamiento en general”.<sup>190</sup> De aquí la relevancia de abordar la elaboración de la primera cartografía geológica mexicana. La geología en México, tomó impulso en la

---

<sup>189</sup> Aguilera, 1904: 84.

<sup>190</sup> Álvarez, 2004: 109.

segunda mitad del siglo XIX, en gran medida, por la inquietud de uno de los artífices de la geología moderna de México –Antonio del Castillo–. Su posición como docente, hombre de ciencia, intelectual y su vínculo con el gobierno en turno, le dieron la pauta para fungir como uno de los actores más influyentes en el entorno científico del país.

Con sólidas bases teórico-prácticas derivadas de la labor investigativa de este geólogo (y la de sus antecesores), la comunidad científica de ese momento le distinguió por su trayectoria y por su visión a futuro. La noble tarea de empujar el conocimiento sistemático de la tierra mexicana, implicaría un fértil cultivo de la Geología en años posteriores, generando de esta manera un usufructo para él mismo en su carrera profesional, así como para sus colegas, la ciencia y, desde luego, para la nación.<sup>191</sup> En este sentido, referimos que precisamente uno de los elementos que distinguió a la geología como disciplina moderna, fue la elaboración de las cartografías geológicas:

Para asistir al nacimiento de la geología fue preciso alcanzar una visión de las formas rocosas que trascendiera al análisis mineralógico y litológico, algo que los wernerianos no estaban en principio dispuestos a asumir. Esta nueva visión propiciada por científicos de campo, no de gabinete, proporcionó un modelo secuencial para la historia de la tierra.<sup>192</sup>

Esto, desde luego que embonaba con la perspectiva y obra del Sr. Del Castillo, su pragmatismo en el terreno de la ciencia geológica lo colocó como uno de los artífices de la concreción de la geología moderna en México. En ese tenor, tenemos que el 6 de septiembre de 1868, este profesional pronunció un discurso que plasmaba la visión e intereses en el marco de la sesión inaugural de la entonces nueva Sociedad Mexicana de Historia Natural. En esos años la reducida comunidad científica se encaminaba en la discusión de la riqueza natural del país y de los retos que se debían afrontar. Dicha arenga apuntaló las directrices teóricas en el campo geológico de México.<sup>193</sup> Si bien, en tal evento no habló exclusivamente del desarrollo de los estudios geológicos, éstos, sí tuvieron un importante papel en sus pretensiones para la realización de una carta geológica.

---

<sup>191</sup> Del Castillo, 1870: 1-5; Thomas S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971, p. 33.

<sup>192</sup> Álvarez, 2004: 270.

<sup>193</sup> Del Castillo, 1870: 1-5.

En aquel momento, el también ingeniero de minas, se planteó una serie de interrogantes que guiarían el desarrollo de la geología mexicana. Dicha empresa surgió a partir de las incógnitas que fungieron como detonador epistemológico. En este tenor, se preguntaba:

¿Cuál es la vegetación actual de México, nos pregunta el geólogo, para compararla con la vegetación de épocas pasadas geológicas, a cuyo sepultamiento en las capas de la tierra se deben nuestros depósitos de carbón de piedra? ¿Cuáles son las regiones de nuestro país descritas botánicamente, para llegar a la resolución de la cuestión anterior? ¿Cuáles son los vegetales útiles de esas mismas regiones, que no son todavía conocidos en el orden [*sic*] científico? ¿Qué diferencias notables presenta la vegetación de nuestras diversas zonas geográficas y climatológicas? ¿Qué plantas útiles se podrán trasplantar de unas regiones a otras con provecho de la sociedad?<sup>194</sup>

De aquí, comprendemos que las interrogantes que se planteó, evidenciaban que el progreso de la geología nacional con relación a la materialización de una carta geológica, apenas se asomaba como una idealización que añoraba ser alcanzada. Pero, ¿por qué tanto ahínco por elaborar un trabajo de esta naturaleza? ¿qué tanto implicaba su realización? Su discurso encauzó a sus homólogos con el objetivo de incentivar el conocimiento de la Historia Natural, que entonces englobaba a: la geología, a la paleontología, a la zoología, a la botánica y a la mineralogía. Luego, hizo énfasis en que existía un gran número de distritos mineros que no habían sido descritos desde la óptica mineralógica. Sobre esta última, reconoció la conexión del quehacer científico con la cuestión económica del país y por supuesto, la geología resultaba ser un factor clave en dicho rubro.<sup>195</sup>

También, en su discurso señalaba que existía un vacío sobre la investigación del territorio nacional, lo cual representaba un reto para la Geología, confiaba plenamente en el quehacer científico y por ello argumentó que “la carta geológica de nuestro país será un monumento grandioso levantado a la ciencia, y es preciso desde ahora ir recogiendo los materiales, así como ir adiestrando a los trabajadores que deban ocuparse de ella”.<sup>196</sup> A partir de una realidad, este geólogo supone un momento estelar para la ciencia. En este sentido, podemos apreciar que concebía la cuestión de la geología mexicana como un recurso

---

<sup>194</sup> *Ibid.* 1-2.

<sup>195</sup> *Ibid.* 4.

<sup>196</sup> *Ibid.* 5.

indispensable para el progreso. Persuadiendo así, a sus pares de ciencia en la contribución del desarrollo científico en beneplácito de la nación.

Años más tarde, hacia el ocaso de la década de 1870, el Sr. Del Castillo continuaba manifestando su inquietud por levantar aquel monumento a la ciencia, la carta geológica. Ésta última seguía siendo una constante en su visión de presente, necesaria y útil para el país. Desde luego que se le presentaron algunas oportunidades para emprender dicha tarea, pero, hubo otros compromisos que se le antepusieron, postergando así su proyecto. Desde luego, estaba bien empapado del contexto internacional del quehacer geológico, sabía que algunas comunidades científicas del extranjero tenían un conocimiento más amplio del territorio mexicano en términos geológicos, que los propios hombres de ciencia del país.<sup>197</sup> Ello le sirvió de motivación para continuar pugnando en beneplácito del desarrollo científico de los hombres mexicanos afines a este campo, así como a hacer notar sus inquietudes al gobierno.

En este sentido, nos hacemos la pregunta: ¿existía ya alguna carta geológica de la República en las primeras dos décadas de la segunda mitad del siglo XIX o de tiempo más atrás? Al revisar la literatura especializada no se encontró la existencia de alguna para el caso mexicano, además de que la discusión sobre la nomenclatura, la gama de colores y demás particularidades que se debían homogeneizar a nivel internacional. Esto significó una de las tareas de los primeros Congresos Geológicos Internacionales pues la elaboración de los mapas geológicos aún no se definía del todo, esto ocurrió hacia las últimas dos décadas del siglo XIX, donde el propio Del Castillo fue participe como comisionado en la investidura de vicepresidente, para reglamentar dicho sistema. Por eso y otros factores, es que no se podía tener una carta geológica de la República como tal, pues aún no había una sistematización de rigor.

En cambio, podemos apreciar que existen múltiples estudios regionales tanto de investigadores nacionales como extranjeros, quienes emprendieron trabajos de prospección geológica en territorio nacional y, que en varios casos representaron gráficamente algunas porciones espaciales del suelo mexicano. Uno de los antecedentes más destacados es la Carta geológica del istmo de Tehuantepec, que se elaboró a escala 1: 500, 000 por una Comisión

---

<sup>197</sup> AHPM, 1879, II, 1879, doc. 3, f. 2.

que dirigió Manuel Fernández Leal en 1871.<sup>198</sup> Y por supuesto, que decir de la loable labor que desempeñó José Guadalupe Aguilera con la elaboración del Primer mapa geológico de Sonora, que, a causa del terremoto del 3 de mayo de 1887, este geólogo realizó una expedición en julio del mismo año. Hacia 1888, publicó un mapa geológico del noreste de Sonora, a color para diferenciar seis unidades cartográficas, la escala original fue a 1: 1, 000, 000 y se reprodujo a una escala de 1, 1,500, 000.<sup>199</sup> Aunque estos trabajos sólo reflejaban una minúscula porción del territorio nacional, son dignos de considerar como los predecesores de lo que sería el Primer Bosquejo de la Carta Geológica de la República.

Para fortuna del fundador del Instituto Geológico, lo que había concebido hipotéticamente a finales de la década de 1860 y había buscado realizar durante años posteriores, se materializó en el segundo lustro de 1880 al aprobarse su iniciativa, quien “obtuvo del Sr. presidente de la República, en marzo de 1888, el acuerdo para la formación de una Comisión Geológica de la República, mientras que el Congreso General resolvía sobre la iniciativa del establecimiento de un Instituto Geológico. Nombrado director de la Comisión Geológica el Sr. Castillo, se encargó [...] de la formación de un bosquejo de la Carta Geológica general de la República [...] y se propuso a la vez la ejecución de la Carta de Minera de la República [...]”.<sup>200</sup> Esto en el marco de la participación en la Exposición Internacional de París (de 1889), en cuyo evento, de algún modo, se había logrado materializar su iniciativa.

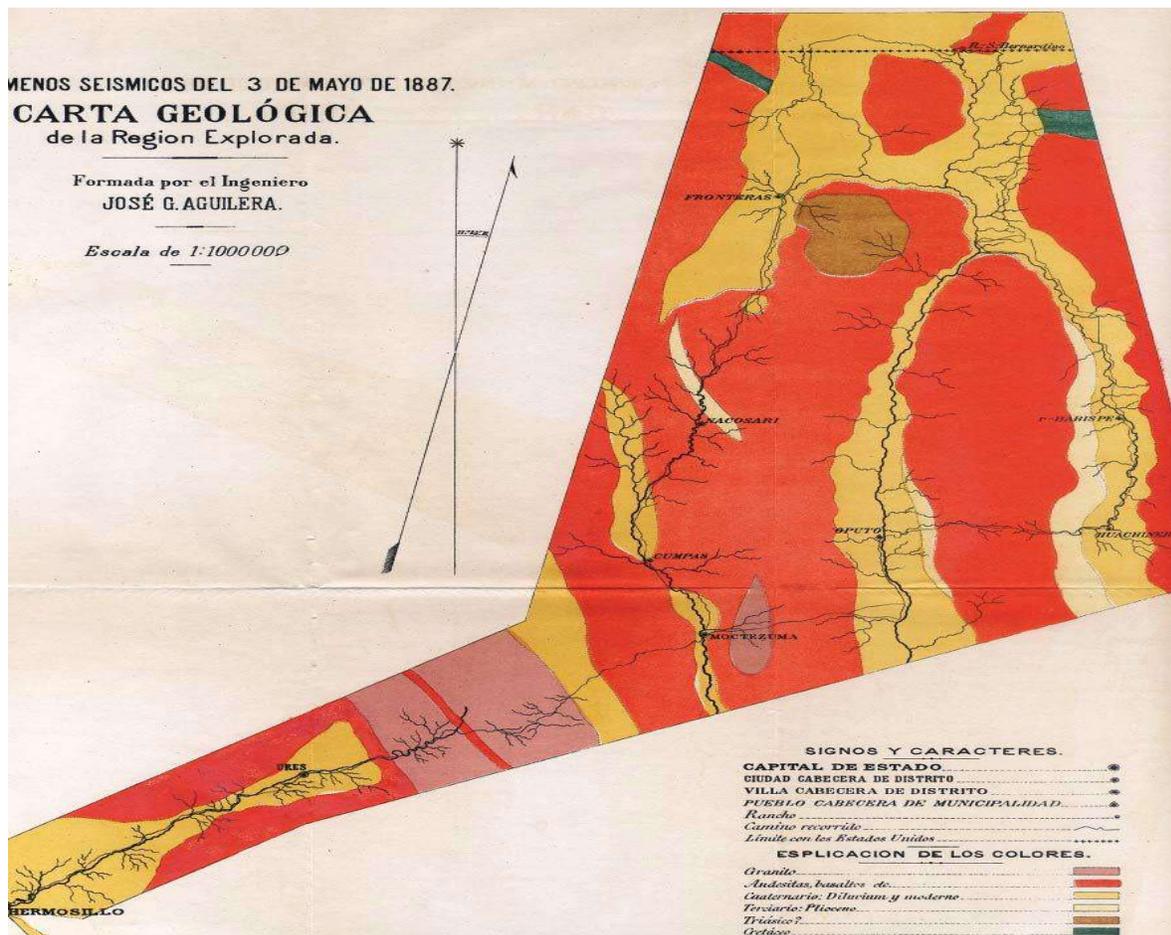
---

<sup>198</sup> Morelos y Moncada, 2015:1077-1080 y 1087.

<sup>199</sup> Max Suter, “The first geologic map of Sonora”, en: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, Tomo LIX, núm. 1, 2007, pp. 2-6.

<sup>200</sup> José Guadalupe Aguilera, “Prólogo”, *Bosquejo Geológico de México*, México, Instituto Geológico de México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1896, p. 11.

*Imagen 4. Extracto del Primer mapa geológico de Sonora.*



Fuente: Suter, 2007: 3.

En efecto, podemos vislumbrar que con la Carta Geológica de México se puso en alto a la ciencia –como refirió Del Castillo en su discurso–, pero no en una acepción general, sino que se ponía a la ciencia mexicana al nivel de sus pares de otras latitudes del orbe. De este modo, vemos cómo el Sr. Antonio fraguó su propio futuro científico, pero, sobre todo, lo que postuló hacia 1868 en aquella soflama, para finales del siglo XIX, tanto él como su idea del progreso geológico y/o científico, se vieron realizados de forma exitosa, haciendo manifiesta su vocación por la ciencia.

Ante este eminente progreso geológico finisecular, ¿qué se necesitó para ejecutar una obra tan importante como lo fue la primera carta geológica de México? ¿Fue fácil materializar dicha tarea? José G. Aguilera, en su “Reseña del desarrollo de la geología en México” refirió que para la elaboración de una carta geológica resultaba imprescindible el dominio y aplicación de la geología pura.

En palabras de este personaje, la geología pura consistía en realizar “estudios especiales encaminados a la investigación completa de los fenómenos geológicos, y sirven de base a las generalizaciones que deben preceder al deslinde de cada una de las formaciones”.<sup>201</sup> La concreción de la geología mexicana se evidenció precisamente con este tipo de tareas que implicaron el estudio sistemático del territorio mexicano, así como su representación de forma gráfica y científica. La precisión y supresión de vacíos en el levantamiento de información, requerían de una metodología que les permitiera presentar un trabajo más completo y con la minúscula cantidad de imprecisiones. En ese sentido, Aguilera manifestó que: “es indispensable que el geólogo, encargado de formarla [la carta geológica] recurra a cada momento a los datos que sobre dicha región posean los especialistas”.<sup>202</sup>

La estipulación del citado geólogo ocurrió dentro del primer lustro del siglo XX, con un posicionamiento bien definido y con la experiencia de más de una carta geológica, refirió la importancia de la aplicación correcta de la geología, ya que el desconocimiento sobre “la clasificación y nomenclatura de las rocas sedimentarias y cruptivas [*sic*], y fijar de alguna manera las relaciones de estas rocas en diferentes partes del país, así como procurar la correlación de las diferentes formaciones [...] sin incurrir en el error de dar como carta geológica una petrográfica, que tan solo representa las diferentes clases de rocas, sin indicar sus relaciones de sobreposición, edad, génesis, etc.”.<sup>203</sup>

La preocupación de José Guadalupe por ejecutar un trabajo científico de esta categoría, presumía la misma responsabilidad y compromiso que había manifestado décadas atrás, su predecesor, Antonio del Castillo. Este último había proyectado su visión, la de “ir adiestrando a los trabajadores que deban ocuparse de ella”.<sup>204</sup> El pendiente que enunció Aguilera, desde luego que se remontaba a la de su mentor, puesto que se trató de proyectar de forma racional y precisa las riquezas de México.

Para abril de 1894, los señores José Guadalupe y Ezequiel Ordóñez describieron puntualmente las características y proceso de elaboración del Bosquejo Geológico de la República Mexicana, reflexión que se realizó a partir de que la Sociedad Mexicana de Historia Natural mandó publicar una carta geológica que “reproduce con toda fidelidad, en

---

<sup>201</sup> Aguilera, 1904: 83.

<sup>202</sup> *Ibid.* 83-84.

<sup>203</sup> *Ibid.*

<sup>204</sup> Del Castillo, 1870: 5.

la misma escala, todos los datos relativos a la Geología Mexicana”<sup>205</sup> plasmados en la última edición presentada por la Comisión Geológica. El texto de estos ingenieros expone la forma en que se integró el Primer *Bosquejo de la Carta Geológica* de México a cargo de la Comisión Geológica que presidía el geólogo Antonio del Castillo.

La construcción del bosquejo para la primera carta geológica no fue tarea fácil, implicó una serie de dificultades que debían emprender los geólogos en cuestión: Antonio del Castillo (Director), José G. Aguilera (geólogo), Baltasar Muñoz (Geólogo), Ezequiel Ordóñez (ayudante de geólogo y dibujante), Lamberto Cabañas (ayudante de geólogo y topógrafo), Francisco Garibay (topógrafo), Juan Orozco y Berra (dibujante), Luis G. Becerril (dibujante), Francisco Brito (escribiente) y D. Juan Alonso (dibujante, sustituto de Brito).<sup>206</sup>

En un primer momento, la Comisión Geológica no contaba con una carta propia para ilustrar los elementos geológicos del país. Para ello se tuvo que adaptar “la carta de la República Mexicana a la escala de tres millones, publicada por el Ministerio de Fomento, de la cual tomó los contornos, las corrientes de y la posición de los puntos principales de referencia para la construcción”.<sup>207</sup> Uno de los retos a vencer fue el tiempo. Puesto que se contaba con poco menos de un año para su realización, ya que debería estar lista para ser expuesta en París (en 1889).<sup>208</sup> Por ello se procedió a tomar como base la *Carta General de la República Mexicana* (de 1863) de la autoría de Antonio García Cubas (1832-1912).<sup>209</sup> Este recurso empleado por los actores en cuestión, lo podemos vislumbrar como uno de los medios que utilizaron para la materialización de la obra de este grupo científico.<sup>210</sup> Además de que esta edición expondría la geología preponderante de México y fungiría de base para el perfeccionamiento posterior.<sup>211</sup> Esta última consideración sería la finalidad del primer mapa geológico, si lo pensamos en términos de Parsons.

---

<sup>205</sup> José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez, “Breve explicación del Bosquejo Geológico de la República Mexicana” (abril de 1894), en: *La Naturaleza; periódico científico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, México, Imprenta de Ignacio Escalante y Compañía, 1891-1897, segunda serie, tomo II, p. 385.

<sup>206</sup> Aguilera, 1896: 11-12.

<sup>207</sup> Aguilera y Ordóñez, 1891-1897: 386.

<sup>208</sup> Aguilera, 1896: 11; Aguilera y Ordóñez, 1891-1897: 386.

<sup>209</sup> José Omar Moncada Maya, “La obra de los ingenieros geógrafos mexicanos (1846-1950)”, en: *LLULL. Revista de la Sociedad Española de Historia de la Ciencias y de las Técnicas*, vol. 27, núm. 58, 2004, p. 101; Morelos Rodríguez, Lucero y José Omar Moncada Maya (2015), “Orígenes y fundación del Instituto Geológico de México”, *Asclepio*, 67 (2): p11. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/asclepio.2015.21>

<sup>210</sup> Parsons, 1968: 82-83.

<sup>211</sup> Morelos y Moncada 2015: 1086

Como podemos entrever, el tiempo no era el único problema a socavar, aunque si derivado de ello, fueron los vacíos de información geológica sobre varias regiones del país. ¿Cómo entonces se procedió ante tal situación, puesto que la Comisión no contaba con el tiempo, ni material, ni recursos humanos suficientes para lograrlo? La Comisión Geológica optó por tres tipos de fuentes. Primero, para algunas regiones del norte como parte de Baja California y Sinaloa, se optaron por trabajos de autores ajenos a la Comisión. Fueron estudios que, por la lejanía del centro del país, no se corroboraron ni rectificaron, y tuvieron que ser incluidos en el Bosquejo tal y como estaban. Segundo, para la zona del Istmo de Tehuantepec, Jalisco, Puebla, Morelos, Hidalgo, Distrito Federal y Coahuila, aunque eran estudios parciales sirvieron como referencia para dichas áreas. Estas fuentes también eran externas a la Comisión y en ella se enlistaron autores tanto mexicanos como extranjeros. Y tercero, se apoyaron de las exploraciones en las que se recogieron datos de distintas regiones del país y que se muestran ilustradas en la Carta (con excepción de las regiones que se indican en las primeras dos fuentes). Desde luego, esta tercera fuente era autoría de los miembros de la Comisión Geológica.<sup>212</sup>

En este primer trabajo cartográfico geológico de cobertura general de México, se estampó la diversidad rocosa del país, así mismo se pudo designar una temporalidad, aunque este mapa comprendía casi el cincuenta por ciento del reconocimiento del territorio nacional,<sup>213</sup> lo consideramos como un nuevo estadio de la geología mexicana. En este Bosquejo de la primera *Carta Geológica de la República Mexicana*, se usó una gama de colores para distinguir diversos elementos geológicos, ¿qué colores eran y qué indicaban? Esto significaba, además de ilustrar la diversidad geológica mexicana, también tenían la tarea de traducir en el lenguaje científico dicha información para plasmarla en el mapa geológico.

---

<sup>212</sup> Aguilera y Ordóñez, 1891-1897: 385-386.

<sup>213</sup> Morelos y Moncada, 2015: 1096.

**Imagen 5. Bosquejo de la Carta Geológica de la República Mexicana (1889).\***



Fuente: Mapoteca «Manuel Orozco y Berra», Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA, Colección General República Mexicana, varilla 5, núm. 7701, en: Morelos y Moncada, 2015:11. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/asclepio.2015.21>

**Tabla 5. Gama de colores del Bosquejo de la primera Carta Geológica de la República Mexicana.**

Tipo de formación	Color	Serie geológica	Rocas
Formación Eruptiva	Carmín	Antigua o Precretácea	Granitos, granulitas, sienitas y dioritas
Formación Eruptiva	Bermellón	Moderna o Postcretácea	Granulitas, microgranulitas, sienitas, dioritas y diabasas recientes, rhyolitas, andesitas, dasitas, labradoritas y basaltos.
Tipo de formación	Color	Escala temporal geológica	
Formación Sedimentaria	Gris negruzco	Carbonífero	
Formación Sedimentaria	Violado	Triásico	

\* “Antonio del Castillo [instalado en París, en el marco de la Exposición Universal de 1889] ordenó la impresión de un millar de ejemplares del bosquejo geológico y otro tanto del mapa minero, para lo cual contrató a la casa Erhard, reconocida por la reciente edición d la carta geológica de Francia dirigida por A. Michel-Lévy. Así, pudo distribuir entre los representantes de varios países un ejemplar de ambas cartas, dando a conocer al mundo los estudios emprendidos por México”. Rubínovich y Lozano, 1998: 41.

Formación Sedimentaria	Azul	Jurásico
Formación Sedimentaria	Verde	Cretáceo
Formación Sedimentaria	Amarillo claro	Cuaternario
Formación Sedimentaria	Amarillo ocre	Terciario
Formación Sedimentaria	Rosado	Anterior al carbonífero

Elaboración propia, con base en: Aguilera y Ordóñez, 1891-1897: 386-387.

La implementación de una paleta de colores en la cartografía geológica respondía a la necesidad de ilustrar el tiempo geológico por medio de un color y, de esa forma graficar la edad de la tierra, en este caso, del territorio mexicano. ¿La gama de colores utilizada por los geólogos mexicanos era la misma que usaba la comunidad geológica internacional? La respuesta, es no. Pues antes de homologarse la gama de colores (la igualación ocurrió hasta el año de 1891) en los mapas geológicos a nivel global, cada país y su comunidad de geólogos empleaban una escala de tonos distinta a la de sus pares de otras nacionalidades.<sup>214</sup> Los colores que usaron Del Castillo y sus colegas fueron adaptados por ellos mismos.

En este tenor, ¿qué otras particularidades refieren en el informe Aguilera y Ordóñez sobre este primer Bosquejo geológico? Entre otras cosas, como parte de las características que debían tener dichos informes: también indican la ubicación geográfica de los tipos de roca que aluden con relación a la escala temporal geológica. Ejercicio que estos geólogos hicieron con la finalidad de hacer legible un lenguaje científico a los ojos del neófito. Además de ser parte elemental de su quehacer para exponer de forma sistemática la antigüedad de la tierra.

**Tabla 6.** Las rocas de México a partir de la escala de tiempo geológico.

Periodo	Ubicación geográfica	Descripción
<b>Carbonífero</b>	Al Sur del paralelo 16, sobre la línea divisoria con Guatemala.	Estas rocas son calizas negras fosilíferas, con una estructura imperfectamente cristalina y compacta. Pertenecen a la caliza carbonífera del subcarbonífero.
<b>Triásico</b>	Se encuentran en el Norte y en el Sur del país.	Ocupan pequeñas extensiones y representando por alternancia de areniscas rojas y pizarras arcillosas más o menos carbonosas y fosilíferas, conteniendo capas de carbón de importancia variable. La posición de estas rocas parece ser más bien la de la transición del triásico al liático, pues que en flora se encuentran formas propias del triás superior y del liático inferior.
<b>Jurásico</b>	Se presentan en centro y Sur del país y en menor medida en el Norte. Desde el paralelo 25 donde es donde comienzan a	Las rocas jurásicas mexicanas son pizarras y areniscas de cementos margosos en unas partes y calcáreos en otras.

<sup>214</sup> Morelos y Moncada, 2015: 1087-1088.

	descubrirse rocas que pertenecen con toda claridad a la mera cima del jurásico.	
<b>Cretáceo</b>	Se encuentran en diferentes partes del país, de océano a océano, constituyen, por así decirlo, la formación dominante en el oriente de México.	Es factible que una exploración más detenida del territorio nacional producirá nuevas adiciones al dominio cretáceo. Es indudable que estas rocas estudiadas con detenimiento deben quedar representadas en la carta por el color correspondiente al cretáceo. Las rocas de este sistema son: calizas compactas y calizas arcillosas, margosas y areniscas calcáreas y margosas.
<b>Terciario</b>	Se ubican en las costas y, específicamente del Golfo de México.	Las rocas del grupo son: areniscas y pizarras margosas, arenas endurecidas, arcillas y calizas de conchas. En el interior del país, el terciario está representado por rocas detríticas de origen ígneo, y es indudable que el subsuelo de algunos de nuestros grandes valles, ya en la mesa central, estén formados por estas rocas.
<b>Cuaternario</b>	Son dos fajas que limitan los dos océanos, ocupan una gran parte de la mesa central y constituyen el fondo de la mayoría de nuestros pequeños valles, así como el lecho de nuestros grandes ríos.	Las rocas cuaternarias son detritus de rocas eruptivas recientes, margosas arcillosas, arcillas impuras, producto de descomposición, arenas volcánicas, todas calizas, acarreo y aluviones modernos.
<b>Precretáceo (eruptivas)</b>	Dominan en la parte occidental del país.	En el bosquejo aparecen representados con mayor extensión de la que corresponde, por haberse incluido en ellas, cuando se formó, algunas de las granulitas, dioritas y sienitas postcretáceas que su estructura granítica y la falta de datos en esa época, relativos a su edad, hicieron colocarlos al lado de las antiguas.
<b>Postcretáceo (eruptivas)</b>	Dominan por completo en la parte occidental del país. Constituyendo la mayor parte de nuestro principal sistema de montañas.	Siguen una dirección de Noreste a Suroeste, que en la parte oriental sólo tienen manifestaciones esporádicas y que se presentan desde el Golfo de México hasta el Pacífico y Golfo de California.

Elaboración propia, con base en: Aguilera y Ordóñez, 1891-1897: 387-388.

La realización de las dos tablas anteriores tiene la función de servir de apoyo para el análisis y abstracción de ideas a fin de entender más a detalle el proceso de concreción de la ciencia geológica mexicana de finales del siglo XIX. Es tratar de averiguar y dimensionar cómo estos geólogos mexicanos se desarrollaron ante una necesidad tanto de la ciencia, como de la política gubernamental, así como del país, para posteriormente dar a conocer al mundo la composición geológica de México. En este sentido, con respecto a la *Tabla 4. Las rocas de México a partir de la escala de tiempo geológico*, véanse las últimas clasificaciones geológicas del siglo XIX, para dimensionar los periodos de la escala de tiempo geológico que manejó la Comisión Geológica:

**Tabla 7. Clasificaciones de sistemas geológicos entre Lyell y la actualidad.**

Lyell, 1833	Lyell, 1872	Denominación actual
<p>PERIODO RECIENTE Plioceno nuevo</p> <p>PERIODO TERCIARIO Plioceno antiguo Mioceno Eoceno</p>	<p>3RIO o CENOZOICO Post Terciario</p> <p>Plioceno Mioceno Eoceno</p>	<p>CENOZOICO (1834. Sedgwick) <i>Cuaternario</i> (1829. Desnoyers) (Holoceno, Pleistoceno)</p> <p><i>Terciario</i> (1756. Arduino) Neogeno (Plioceno, Mioceno) Paleogeno (Oligoceno, Eoceno, Paleoceno) (1833, Lyell)</p> <p>65 millones de años</p>
<p>PERIODO SECUNDARIO</p> <p>Cretácico</p> <p>Wealden</p>	<p>2RIO, o MESOZOICO</p> <p>Cretácico</p>	<p>MESOZOICO (1838. Sedgwick)</p> <p><i>Cretácico</i> (1820. D'Halloy)</p> <p>140 millones de años</p>
<p>Grupo de Caliza Oolítica o Jura</p> <p>Lías</p>	<p>Jurásico</p>	<p><i>Jurásico</i> (1799. von Humboldt)</p> <p>195 millones de años</p>
<p>Grupo de Arenisca roja nueva</p>	<p>Triásico</p>	<p><i>Triásico</i> (1834. von Alberti)</p> <p>230 millones de años</p>
<p>Grupo Carbonífero: Carbonífero productivo Caliza de Montaña Arenisca roja antigua</p> <p>Grauwaca y caliza de transición</p>	<p>1RIO, o PALEOZOICO</p> <p>Pérmico</p> <p>Carbonífero</p> <p>Devónico</p> <p>Silúrico</p> <p>Cámbrico</p>	<p>PALEOZOICO (1838. Sedgwick) <i>Pérmico</i> (1841. Murchison)</p> <p><i>Carbonífero</i> (1822. Conybeare &amp; Phillips)</p> <p><i>Devónico</i> (1939. Sedgwick &amp; Murchison)</p> <p><i>Silúrico</i> (1835. Murchison)</p> <p><i>Ordovícico</i> (1879. Lapworth)</p> <p><i>Cámbrico</i> (1835. Sedgwick)</p> <p>570 millones de años</p>
<p>PERIODO PRIMARIO</p>	<p>Laurenciano</p>	<p>PRECÁMBRICO</p>

Fuente: Álvarez, 2004: 260.

Con esta referencia esquemática que sintetiza el tiempo geológico, nos podemos dar una idea más aproximada de las temporalidades que Del Castillo y los demás comisionados pudieron haber empleado en la configuración del Primer Bosquejo Geológico de la República Mexicana. Sin embargo, no todo se remite a la parte material de la obra, en ella también se implican otros factores de carácter intangible. Los geólogos en cuestión emprendieron un quehacer mucho más abstracto al pragmatismo geológico que implicó la época, fueron más allá, pues su labor contenía de forma intrínseca el hecho de que buscaban encapsular el “tiempo” dentro de una construcción científica espacial (ya que no depende del tiempo absoluto), y en esa lógica, nos parece “oportuno [replantearnos] la pregunta de A. N. Whitehead (1920) sobre si ha de buscarse el tiempo en la naturaleza o la naturaleza en el tiempo. Porque si hiciéramos al tiempo anterior a la naturaleza lo convertiríamos en un enigma metafísico”.<sup>215</sup> Cuestión con la que definitivamente habrían lidiado nuestros actores en estudio. En ese tenor, pensemos que el tiempo existe –según Evaristo Álvarez– porque surgen los acontecimientos. Y esto nos da pie a reflexionar sobre dichos sucesos que, concebimos como las causas y los cambios físicos del pasado y presente que habían ocurrido en el suelo del territorio nacional y que estaban comenzando a estudiar de forma más sistemática nuestros geólogos mexicanos en la etapa finisecular del XIX. Ante aquel océano de elementos a considerar en sus estudios geológicos, los comisionados por la Secretaría de Fomento, a pesar de las limitantes, dieron resultados considerables para el progreso de la geología mexicana.

Lo anterior, desde luego, refuerza nuestra tesis de la trascendencia de este acto unidad (obra), y que representa uno de los primeros resultados más sólidos del quehacer geológico mexicano en el marco de una disciplina moderna y autónoma. Por supuesto que hubo trabajos antaño a la obra de estos actores, las cuales, conforman parte elemental del proceso de la *edad heroica de geología mexicana* en la fase de desarrollo a lo largo del siglo XIX.

**Tabla 8.** Mapas geológicos regionales que precedieron al Bosquejo de la Carta Geológica de 1889.

<b>Autor</b>	<b>Obra</b>	<b>Año</b>
Joseph Burkart	“Mapa de las montañas de Zacatecas”	1836
Agustín Barroso	<i>Carta geológica del Istmo de Tehuantepec</i> escala 1,500,000 Comisión Americana	1871?

<sup>215</sup> Álvarez, 2004: 109.

J. C. Spear	<i>Mapa geológico del Istmo de Tehuantepec</i>	1872
M. Bárcena, S. Ramírez y J. N. Cuatáparo	“Carta geológica del Distrito de Zumpango de la Laguna”	1875?
José G. Aguilera	<i>Mapa geológico de Sonora</i>	1887

Elaboración propia, con base en: Aguilera, 1904: 62-64; Morelos y Moncada, 2015: 1078; Suter, 2007: 3.

En conclusión, ¿qué significó esta primera versión de la Carta Geológica de la República Mexicana? Por lo menos, desde el punto de vista de esta investigación, se traduce en dos cosas: en primer lugar, la materialización de una meta convenida por una comunidad científica otrora, pero en particular de un hombre de ciencia, Antonio del Castillo, quien había evidenciado –en su discurso de 1868– la iniciativa de emprender una tarea de esta magnitud. Años más tarde, tener en sus manos la oportunidad de construir la anhelada Carta Geológica de la nación no debió haber sido fácil, ya que contaba con tiempo muy limitado para su finalización, poca prospección territorial y, por si fuera poco, se vio mermado el presupuesto de la operación a causa de la depreciación de la plata. Pero a la vez, debió haber significado una satisfacción al desarrollarla y concluirla, aunque sólo fue a manera de bosquejo, la primera edición de dicha Carta se convirtió en la piedra angular para las posteriores ediciones que serían perfeccionadas.

La Carta Geológica de 1889, además de ser una especie de medidor temporal geológico, es un documento gráfico que sirve de referencia histórica, pues marca un antes y un después en la historia de la geología mexicana (si se piensa desde la tesis de revoluciones científicas),<sup>216</sup> en función de nuestro planteamiento teórico. Por ello, resulta conveniente, interesante e importante que los historiadores de la ciencia hagamos mayor observación en los detalles que contiene dicha Carta, lo que implicó y lo que significó en aquel momento para la ciencia mexicana. Próximamente, se podría comparar la gama de colores y sus significados utilizados en esta primera versión, con cartas de posterior edición y así ponderar la transformación de la geología en sí misma. Sin embargo, esto no significa perderse en el objeto de estudio de la ciencia, sino penetrar más allá, para generar preguntas y resolverlas satisfactoriamente con la finalidad de comprender e interpretar de mejor manera a los hombres en el pasado.<sup>217</sup>

---

<sup>216</sup> Kuhn, 1971; Miguel A. V. Ferreira, 2001: 106; Nicolaas A. Rupke, “C. C. Gillispie's Genesis and Geology”, en: *Isis*, Vol. 85, No. 2 (jun. 1994), pp. 261-270. Publicado por: The University of Chicago Press en nombre de The History of Science Society. <https://www.jstor.org/stable/236491>

<sup>217</sup> Walsh, 1982: 29-35.

En segundo lugar, se estaba gestando el inicio de la geología moderna mexicana, ya que dicha carta geológica formó parte de la realización de tareas que confinaron a la geología mexicana a otro nivel, y, por ende, a los actores involucrados en ella, les generó una primera experiencia de lo que debían hacer y de lo que no. En este tenor, la aplicación de la geología sirvió para darle lectura a las particularidades del suelo mexicano, ya que se estaba haciendo el estudio de la composición de la tierra mexicana, traduciendo a los mortales la antigüedad, tipología y riqueza de los recursos naturales del país.

La primera carta geológica de la República Mexicana también se suma a la serie de actos u obras geológico-científicas que apuntaló el ingeniero Del Castillo. La realización de ésta, la concebimos como una de las primeras labores que emprendieron, principalmente, Del Castillo, Aguilera y Ordóñez (y colegas) en 1889 a través de la Comisión Geológica que precedió a la operatividad (1891) del Instituto Geológico de México. El mérito de esta tríada debemos considerarlo como parte de culminación de la *edad heroica de la geología mexicana*. Pues “la construcción de un mapa geológico es un proceso complejo que implica análisis y síntesis. Levantar una cartografía significa construir una identidad sintética esquemática”.<sup>218</sup> En este tenor, podemos traducir esta experiencia como un acto u obra en el que nuestros hombres en estudio establecieron el principio de la concreción de la fase moderna de la geología mexicana. Con ello, estaban reproduciendo de forma más consistente los planteamientos pragmáticos de los geólogos europeos, en especial de Lyell.

La experiencia recogida de este trabajo del estudio de la tierra, la recopilación de datos de fuentes ajenas a la Comisión, la adaptación de la *Carta General de la República Mexicana* (de 1863) para la Carta Geológica, la limitación del tiempo y demás apuros, generó seguramente en Antonio del Castillo y sus colegas geólogos, una serie de impresiones de las que definitivamente pudieron haber aprendido muchas cosas que, quizá en la teoría no se avizoraron. Toda esta gama de obstáculos fue sorteada por él y sus colegas, ello da testimonio de la capacidad y habilidad en la resolución de problemas tangibles a corto plazo, para fincar un trabajo que sería fructífero a largo plazo. ¿Qué huella dejó en ellos esta primera Carta? Es difícil definirlo con precisión, pero, sí podemos decir que lograron alcanzar el éxito en su papel como geólogos.<sup>219</sup> A decir de Evaristo Álvarez, “a principios del siglo XIX, los mapas

---

<sup>218</sup> Álvarez, 2004: 273.

<sup>219</sup> Michael Polanyi, *Personal Knowledge. Towards a Post-Critical Philosophy*, London, Routledge, 1958, pp. 69-215.

geológicos significaron, desde nuestra perspectiva gnoseológica, el auténtico acta de nacimiento de la ciencia”.<sup>220</sup> Esta cuestión emergió en el marco de la *edad heroica de la geología* (1780-1840), así mismo, podemos conjeturar que, el Primer Bosquejo Geológico de la República Mexicana de 1889 gestado en la fase culminante de la *edad heroica de geología mexicana*, es el acta de nacimiento de la geología moderna en nuestro país, y cuya iniciativa derivó del ideal científicista de Antonio del Castillo.

¿Cómo podemos comprobar este supuesto? La importancia de la elaboración de este primer bosquejo Geológico, reside en ligarlo al impacto que tuvo para la geología (mexicana) misma, es decir, que lo concebimos como una construcción sólida para la ciencia moderna en México, ya que el uso de la columna estratigráfica utilizada para plasmar los subcampos o eras geológicas según la antigüedad de los materiales pétreos examinados por Del Castillo y sus colegas, así como la sistematización misma de dicha columna, infieren “el cierre categorial [...] el momento en que una construcción se organiza (se cierra) [...] La definición y el reconocimiento de las formaciones posibilita la confección de cartografías geológicas, que suponen organizaciones según identidades sintéticas esquemáticas en las que efectivamente los nexos entre términos y sus mutuas relaciones neutralizan las operaciones de los sujetos”.<sup>221</sup> De este modo, establecemos una de las primeras aportaciones de este grupo de geólogos a la geología mexicana que la definió como moderna.

## **2. EL PAPEL DE DEL CASTILLO, AGUILERA Y ORDÓÑEZ EN LAS EXPOSICIONES UNIVERSALES**

Uno de los objetivos más importantes en la realización del primer Bosquejo de la Carta Geológica de la República Mexicana, fue precisamente para ser mostrada ante el mundo. ¿Qué mundo? ¿Para qué? ¿Se obtuvo beneficio de ello? ¿Fue destacable el papel de los geólogos de la Comisión Geológica Mexicana? ¿La ciencia mexicana fue reconocida? ¿cómo se integraron nuestros actores en estudio a la comunidad científica internacional? Estas y otras incógnitas dan dirección a este apartado. Pero antes, debemos decir que el detonante y emprendimiento científico con relación al desarrollo y al quehacer de la geología no fue

---

<sup>220</sup> Álvarez, 2004: 273.

<sup>221</sup> *Ibid.* 201.

exclusivo al Porfiriato, puesto que, esta investigación se concentra en dicho periodo, hay que matizar dicha cuestión. Una cosa es el constante quehacer de la geología a lo largo del tiempo y otra es que en dicho periodo (el Porfiriato) se haya dado el inicio del proceso de modernización de la geología mexicana.

El geólogo Aguilera enlista una amplia relación de trabajos de carácter geológico que dan fe de la historia de la geología mexicana, desde la época prehispánica, pasando por la era novohispana, luego al siglo XIX y concluye con su propia aportación que data de los albores del siglo XX.<sup>222</sup> Esto evidencia que a pesar de las diversas crisis y coyunturas que sufrió el país (y desde antes) en términos políticos y económicos, el espíritu científico de los hombres afines a las ciencias de la Tierra, no se detuvieron y continuaron generando investigaciones, aunque desde luego, en algunos escenarios les fue mejor que en otros. De los positivos para progreso de la geología, fue el Porfiriato.

¿A qué se debió que en el Porfiriato se diera un escenario proclive al progreso de la geología? La participación de Antonio del Castillo, José Guadalupe Aguilera y Ezequiel Ordóñez fue clave en la promoción del suelo mexicano en escenarios internacionales. Esto permite dimensionar su papel como científicos vanguardistas al servicio del Estado y, a la vez, valorar la magnitud de estos eventos, los cuales dotaban de prestigio a sus participantes. Dichas congregaciones científicas tenían un matiz, incluso, económico y político.

Las Exposiciones Universales surgen como tal en la segunda mitad del siglo XIX, y es probable que se hayan inspirado en las organizaciones semejantes en tiempo pretérito, como lo fueron las exposiciones nacionales francesas de principios de ese siglo.<sup>223</sup> Concretamente, parten de la *Great Exhibition* de Londres de 1851 con sede en el *Crystal Palace*, la cual despertó curiosidad en los propios londinenses.<sup>224</sup> Estas exposiciones internacionales fueron un potente faro para la difusión de las novedades científicas y tecnológicas del momento.<sup>225</sup> E incluso generaron oportunidades para el turismo de

---

<sup>222</sup> Aguilera, 1904: 35-117.

<sup>223</sup> Leoncio López Ocón Cabrera, "La América Latina en el escenario de las Exposiciones Universales del siglo XIX", en: *Procesos. Revista ecuatoriana de Historia*, Corporación editorial nacional, núm. 18, 2002, p. 109.

<sup>224</sup> Thomas Prasch, "Eating the World: London in 1851", en: *Victorian Literature and Culture*, Cambridge University Press, Jstor, vol. 36, núm. 2, 2008, p. 587.

<sup>225</sup> María de Lourdes Herrera Fera, "La apuesta en escena de la modernidad y el progreso: la participación de México en las exposiciones universales de la segunda mitad del siglo XIX", en: *Graffylia. Revista de la*

entretenimiento<sup>226</sup> y evidentemente de negocios y/o trabajo en el caso de los científicos comisionados por sus gobiernos.

La convocatoria, organización y desarrollo de estas exposiciones servían de reflector para ilustrar al mundo la capacidad económica, potencial científico y, desde luego, la fortaleza de los Estados en la ejecución de eventos de esta magnitud. Asimismo, se exponían con ello las relaciones internacionales y las posiciones políticas. Ejemplo de ello, fue lo ocurrido en torno a la celebración de la muestra de París en 1889, en el marco del centenario de la Revolución Francesa (1789). En aquel evento se hacía alusión a los principios políticos manifestados en dicho movimiento ilustrado, motivo por el cual, algunas monarquías europeas se abstuvieron de participar. En cambio, los Estados que se fincaron en los ideales revolucionarios de la Ilustración, sobre todo las repúblicas americanas, fueron parte de aquella exposición parisina, que, a la luz del faro científico de la Torre Eiffel, iluminaban con la ciencia, las sombras de la humanidad.<sup>227</sup>

**Tabla 9.** Algunas sedes e inversiones de los Estados para la celebración de las Exposiciones Universales en la segunda mitad del siglo XIX.

Sede	Año	Inversión
Londres, Inglaterra	1851	6 millones
París, Francia	1867	12 millones
París, Francia	1889	30 millones (aproximadamente)
Chicago, Estados Unidos	1893	30 millones (aproximadamente)
París, Francia	1900	50 millones

Elaboración propia (la fuente no indicaba la denominación de la moneda invertida), con base en: López, 2002: 104.

Algunos investigadores sostienen que “si bien las exposiciones constituyeron atractivos sitios para exhibir y mundializar nuevos dogmas (‘democracia’, ‘república’, ‘ciencia’, ‘nación’, ‘*laissez faire*’), lo cierto es que detrás de ese nudismo se escondían muchísimas paradojas e intenciones hegemónicas de corte chovinista e imperial, clasista,

---

Facultad de Filosofía y Letras, México, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, año 3, núm. 5, otoño 2005, p. 25-25.

<sup>226</sup> Prash, 2008: 587.

<sup>227</sup> López, 2002: 106-107.

racista y sexista”.<sup>228</sup> A pesar de dichas opiniones, el asunto central en las exposiciones universales ha sido el progreso de la ciencia. Ésta última, ha tenido una acepción cambiante, con atributos y matices diversos, los cuales se han adosado a escenarios y tiempos distintos.<sup>229</sup> Se pensaba entonces (finales del siglo XIX y principios del siglo XX), que: “el planeta se aproximaba presuntamente al corolario de sus anhelos y las exposiciones parecían corroborar los lineamientos progresivos de la Historia; ellas documentaban la efervescencia de la era moderna, el triunfo del ingenio humano por sobre la naturaleza en medio del auge de conocimientos científicos y técnicos, convertidos junto al nacionalismo, en plataforma de una nueva religión”.<sup>230</sup> ¿A caso este ideal no es semejante a lo que Antonio del Castillo planteaba en su discurso de 1868, en el que manifestaba que al hacer una carta geológica se haría un monumento a la ciencia? El estrechamiento entre ciencia y Estado confinaban una nueva ecuación cultural e ideológica: ciencia igual a progreso y modernidad (véase tabla 1: Anexos capítulo II).

En ese tenor, según Herrera Feria<sup>231</sup> se perciben cuatro ejes elementales que constituían a dichas Exposiciones Universales: “en primer lugar, el esfuerzo por hacer triunfar las doctrinas económicas librecambistas, el fomento de la industria y del comercio y la conquista de mercados”. Justamente, uno de los fines de la Carta Geológica y de la Minera de México a cargo de la Comisión, era, en parte, mostrar el potencial económico de México y así atraer inversiones. En “segundo lugar, la exhibición de la fuerza organizativa de los estados, su capacidad de convocatoria para fomentar el patriotismo industrial y el orgullo nacional a corto plazo”. No por nada en aquel momento se da un reajuste en el escenario geoeconómico internacional. En “tercer lugar, la profunda confianza en la utopía del progreso que marcó la segunda mitad del siglo XIX”. En el caso mexicano y, particularmente con el Porfiriato, la ideología positivista alude perfectamente a este punto. Y “finalmente, el estímulo para desarrollar innovaciones técnicas y disciplinas científicas emergentes, así como para divulgar los adelantos científicos que establecieran el imperio de la ciencia y la

---

<sup>228</sup> Ricardo Quiza Moreno, “Babel revisitada: exposiciones, globalización y modernidad (1851-1901)”, *Hispania Nova. Revista de Historia Contemporánea*, núm. 7, 2007, p. 6.

<sup>229</sup> Herrera, 2015: 60.

<sup>230</sup> Quiza, 2007: 5.

<sup>231</sup> Herrera, 2005: 26.

ciencia del imperio”. Para el caso mexicano, se evidenció con el Porfiriato, al destinarse profusamente recursos económicos y humanos en la promoción científica.<sup>232</sup>

La historia de México en las exposiciones universales data del año de 1855, en París, Francia. Sin embargo, según Herrera Feria, la participación de los mexicanos fue incipiente a causa de la inestabilidad política y económica del país. La fragmentación interna de los distintos grupos políticos, la segunda intervención francesa y la profunda depreciación de la plata fueron algunos de los ingredientes que mermaron entre las décadas de 1850, 1860 y 1870 la consolidación del Estado-nacional, la cual ocurrió hasta el régimen porfiriano.<sup>233</sup> Empero, la cuestión económica no determinó netamente la actividad científica en el México decimonónico. Los hombres de ciencia no se frenaron ni dejaron de lado el quehacer científico, sólo que no era un momento excelso para su obra.

La política de fomento del Porfiriato aprovechó, entre otras rutas, a las exposiciones y congresos científicos internacionales como vía del desarrollo económico y puente a la modernidad. Los gobiernos de Porfirio Díaz y Manuel González invirtieron considerables recursos económicos para la participación de México en las exposiciones mundiales para promocionar los abundantes recursos naturales y la factibilidad de la economía del país. Uno de los encargados de gestar las operaciones fue el secretario de Fomento, Carlos Pacheco, entre 1881 y 1891.<sup>234</sup>

La importancia de referir dichos eventos internacionales de carácter científico y técnico, yace en el distinguir a los hombres de ciencia. Esto significa fomentar el estudio y reconocimiento tanto de los recursos humanos, así como de los recursos naturales que ha explotado México.<sup>235</sup> Por ejemplo: “cuando el General Carlos Pacheco quedó a cargo de Fomento (mayo de 1881), la CGE [Comisión Geográfico-Exploradora] recibió tal apoyo que sus presupuestos fueron los más altos de los organismos científicos del Ministerio”.<sup>236</sup>

---

<sup>232</sup> Azuela y Morales, 2009: 36-37.

<sup>233</sup> Herrera, 2005: 26; Salmerón, 2002: 83.

<sup>234</sup> Garner, 2003: 170.

<sup>235</sup> Herrera, 2005: 26.

<sup>236</sup> Azuela y Morales, 2009: 36-37.

**Tabla 10.** *Exposiciones Universales en las que participó Antonio del Castillo.*

	<b>Exposición</b>	<b>Año</b>
1	Filadelfia	1876
2	Londres	1880
3	Nueva Orleans	1884
4	París	1889
5	Chicago	1893

Elaboración propia, con base en: Morelos, 2012: 63.

En 1884, José Guadalupe Aguilera demostraba ser un geólogo y naturalista cualificado. Ello y sus relaciones lo llevaron a ser comisionado por el gobierno de México para la Exposición de Nueva Orleans, Luisiana (EE.UU.). Aguilera fue uno de los hombres de ciencia que coadyuvó en la promoción de las riquezas naturales del país en el extranjero, pues expuso una amplia colección de minerales y fósiles en aquel evento.<sup>237</sup> Porfirio Díaz invirtió formidablemente para formar parte de las naciones civilizadas y atraer capitales extranjeros. En ese tenor, no escatimó en la inyección de recursos económicos para que los hombres de ciencia mostraran la grandeza de México ante la comunidad internacional. De esta manera, este escenario resultó ser óptimo para el desarrollo de la ciencia. “El régimen gastó, por ejemplo, cerca de 700 mil dólares en su representación en la Exposición mundial de Chicago en 1892 y más de 400 mil dólares en la de París en 1889. Se distribuyeron libre y generosamente catálogos comerciales y científicos que describían a México como un modelo de estabilidad y prosperidad y como un remanso de legalidad para los empresarios extranjeros”.<sup>238</sup> ¿A caso esta iniciativa no representaba un incentivo al quehacer científico del país? Desde luego que sí.

Hacia 1888, tanto Del Castillo, como Aguilera y Ordóñez formaron parte de la Comisión Geológica. Su compromiso radicaba en la elaboración de materiales que serían expuestos en la Exposición Internacional de París de 1889 (del 5 de mayo al 31 de octubre). Aguilera y Ordóñez trabajaron bajo la dirección del Sr. Antonio en la preparación del antes referido Bosquejo de una Carta Minera y una Carta Geológica de la República Mexicana. Para entonces se referían a Del Castillo como director de la Escuela Nacional de Ingenieros. Estos actores trabajaron arduamente para exhibir en tiempo y forma sus resultados en la Exposición Internacional de 1889. Si bien, en las fuentes que hemos indagado, refieren a

---

<sup>237</sup> Rubinovich, Levy, de Luna y Block, 1991: 6.

<sup>238</sup> Garner, 2003: 170.

Ordóñez como parte de la Comisión, no indican que Ezequiel haya sido incluido en el viaje de la Exposición, sólo refieren que fueron Del Castillo y Aguilera los que presentaron al margen de la Torre Eiffel (sus arcos eran el acceso al evento), la primera Carta Geológica de México. Esto no demerita que la labor desempeñada por Ordóñez haya sido minúscula, al haber sido parte del enorme trabajo de la configuración del Bosquejo Geológico y, desde luego, como un actor que participó en la modernización de la geología mexicana. Por su parte, de forma particular, Del Castillo logró presentar un primer catálogo de meteoritos de México, el cual escribió en francés, que para entonces era el idioma científico.<sup>239</sup> ¿Qué evidencia esto? Por un lado, la capacidad y compromiso que tenía este profesional con el quehacer científico, no por nada había conseguido grandes proyectos para beneficio de la ciencia y por ende de la nación.<sup>240</sup>

Una de las Exposiciones más exitosas y llamativas de la época fue, precisamente, la celebrada en el Campo Marte de París, Francia en 1889. Los países latinoamericanos tuvieron una gran presencia y activa participación en aquel evento, muestra de ello lo podemos vislumbrar en la tabla de premiaciones (véase tabla 2: Anexos capítulo II). En ella se puede observar que México fue uno de los países con mayor número de galardones. Esto demuestra dos aristas de los mexicanos inmiscuidos en ello: Por un lado, la profusa intención del régimen porfiriano por el fomento científico y la exposición de los recursos naturales de la nación, con el afán de atraer inversionistas extranjeros. Y, por otra parte, la eminente iniciativa y participación del potencial científico de los hombres de ciencia del país, entre ellos, nuestros profesionales en estudio.

También, en el marco de la Exposición parisina y evidentemente por la participación del colectivo a cargo de la Comisión Geológica, el presidente de la República, Porfirio Díaz extendió un diploma y una medalla en reconocimiento a la participación de la Escuela Nacional de Ingenieros, recuérdese que su director era el geólogo Antonio del Castillo (y hablando en términos institucionales) ya que aún no operaba como tal el Instituto Geológico de México, por ello, creemos que le correspondió a la Escuela dicha condecoración estatal. La Escuela Nacional de Ingenieros era entonces dirigida por Del Castillo. Éste último recibió

---

<sup>239</sup> Rubinovich, Levy, de Luna y Block, 1991: 6-7; Rubinovich y Lozano, 1998: 38-39.

<sup>240</sup> Burke, 2002: 39-61.

dos años más tarde (en abril de 1891) una condecoración por parte del gobierno de Francia, quien le otorgó la Cruz de Caballero de la Orden de la Legión de Honor.<sup>241</sup> A este última, nos preguntamos ¿qué relevancia histórica guarda dicha distinción? En un artículo del diario español *ABC*, se refiere que:

Como «primer cónsul», Napoleón Bonaparte motivó una serie de iniciativas, detalladas en la página oficial de la Legión de Honor: «reconciliar a los franceses», reivindicar «el honor individual y el honor nacional» y «unir el valor de los militares a los talentos de los civiles». La condecoración, que nació oficialmente el 19 de mayo de 1802, reconocía únicamente «el mérito individual adquirido y no transmitido» y por tanto era otorgada con independencia del origen social. Según explica la historiadora Natalie Petiteau en una de sus obras sobre el general, «Napoleón quiso establecer una institución que hiciera olvidar la nobleza del Antiguo Régimen y a la antigua orden de San Luis», entregada por los reyes franceses, entonces derrocados por la Revolución. Su objetivo era «responder a las aspiraciones sociales de los franceses animados por una sed de éxito», por lo que podía concederse a «todos los grupos sociales de la nueva Francia, de la burguesía comerciante o industrial a la burguesía de toga pasando por hombres remarcables por sus talentos intelectuales, políticos o militares». El carácter de la Legión de Honor es meramente honorífico, por lo que su concesión no va acompañada de una compensación económica o de cualquier otro tipo. La medalla consta de dos caras. En una aparece el rostro de una mujer de perfil, la efigie que representa a la República. En la otra, dos banderas tricolor francesas cruzadas.<sup>242</sup>

De esta forma, podemos apreciar que el papel desempeñado por este notable geólogo mexicano en aquella Exposición, fue significativo para el progreso de la ciencia y, por ende, del hombre. Si bien, el General Díaz había reconocido institucionalmente a la Escuela Nacional de Ingenieros por motivo de su participación en la Exposición de 1889, implícitamente había un reconocimiento para su director, el ingeniero Del Castillo. Esto es evidencia de la relevancia de la labor de este hombre de ciencia para el presidente de la República, no obstante, ese reconocimiento llegó hasta el 30 de agosto de 1891 (como acusa la imagen expuesta arriba). Lo cual demuestra que el papel de este personaje fue valioso tanto

---

<sup>241</sup> Morelos y Moncada, 2015: 24.

<sup>242</sup> “¿Por qué es la Legión de Honor la máxima distinción de Francia?”, en: *ABC. Internacional*, España, 2015. [En línea] <https://www.abc.es/internacional/20150825/abci-legion-honor-francia-201508241615.html> (consulta: julio 2018).

para el gobierno mexicano como para el francés, haciendo notoria su vocación encaminada a la causa científica.<sup>243</sup>



Foto tomada en el Archivo Histórico del Palacio de Minería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Caja correspondiente: año 1891, III, 241, d. 33.

<sup>243</sup> Weber, 1981: 68-69.

En la década de 1890, después de la experiencia de 1889 en París, el ánimo del General Porfirio Díaz continuó privilegiando el desarrollo de la geología a través de los hombres acreditados para esto y, por supuesto, entre ellos se encontraban nuevamente la trilogía: Antonio, José Guadalupe y Ezequiel, asimismo fueron requeridos Muñoz, Cabañas y Becerril. En esta ocasión, se encontraba en proximidad la *World's Columbian Exposition* de Chicago de 1893. Ante ello, Díaz ordenó mejorar el *Bosquejo de la Carta Geológica de la República Mexicana* de 1889. La tarea era perfeccionar y corregir los detalles de la Carta, así como elaborar una de mayor escala a la anterior.<sup>244</sup> ¿Si Porfirio Díaz no hubiera ordenado dicha tarea, no se habría hecho nada al respecto? Por supuesto que sí, la historia demuestra que sólo hubiera bastado tiempo y ciertas circunstancias para que los geólogos en cuestión, o quizá otros actores hicieran la mejora en la Carta Geológica, pues su espíritu científico rebasaba la disposición política.

Para ilustrar la magnitud de la Exposición Mundial Colombina<sup>245</sup> de Chicago, no se quedó atrás de las ediciones europeas. En la muestra de Chicago concurrieron notables científicos de distintos rubros, por ejemplo, del ámbito de la energía eléctrica, la cual estaba en su apogeo, acudieron: Nicola Tesla, Thomas Alba Edison y George Westinghouse. La *Westinghouse Corporation* le ganó el concurso a la *General Electric Company* para iluminar la Exposición de Chicago de 1893. La *Westinghouse* instaló cien mil lámparas incandescentes, las cuales deslumbraron a la concurrencia de dicho evento.<sup>246</sup> En este escenario ¿Qué desempeño tuvieron los mexicanos? En general, se expusieron 3,021 paquetes y una muestra mineralógica que incluía metales preciosos y de uso industrial, primando con ello el potencial de la riqueza del territorio mexicano. La presentación de México en este evento le generó 1, 777 premiaciones.<sup>247</sup> En cuanto al ámbito de la geología mexicana, desde luego que tuvo presencia. Esta vez fue a través del Instituto Geológico Mexicano, el cual expuso las siguientes obras:

---

<sup>244</sup> *Ibid.*

<sup>245</sup> Denominada así en conmemoración del cuarto centenario (1493-1893) del descubrimiento de América. Juan M. Martínez Moreno, "La Exposición Mundial Colombina de Chicago, 1893", en: *Real Academia Sevillana de Buenas Letras*, España, vol. XVI, núm. 1988, p. 153.

<sup>246</sup> Eduardo Aznar Colino, Joaquín Royo Gracia y Pedro Abad Martín, "La batalla de las corrientes", en: *Técnica Industrial*, España, núm. 247, diciembre 2002, p. 28.

<sup>247</sup> Morelos y Moncada, 2015: 1098.

**Tabla 11.** *Presentación de recursos gráficos geológicos y estadísticos por el Instituto Geológico de México (Chicago, 1893).*

<b>Productos</b>
<i>Carta estadística minera de la República Mexicana a escala 1: 3, 000, 000</i>
<i>Carta de los meteoritos de México o regiones de la República en que ha caído fierros y piedras meteoríticas formada bajo los auspicios de la Secretaría de Fomento a escala 1: 10, 000, 000</i>
<i>Carta Geológica de la República Mexicana a escala 1: 10, 000, 000</i>

Elaboración propia, con base en: Morelos y Moncada, 2015: 1098.

En este sentido, ¿cuánto avance hubo en la Exposición de Chicago (1893) respecto a la de París (1889) en términos de geología para el caso mexicano? En cuanto a la *Carta Geológica de la República Mexicana* se perfeccionó y la escala se redujo, lo cual implicó una labor más detallada en las ediciones posteriores a la de 1889. En ese sentido, se comenzaron a incluir más regiones geológicas y se corrigió la cuestión de la nomenclatura. Además, se crearon dos Cartas más, la minera y la de meteoritos. La primera respondía a un ejercicio más especializado y que hoy se conoce como Geología económica. Y la segunda abría una novedosa línea de investigación científica en el país, en la que el geólogo Antonio del Castillo despuntó como pionero. Pero estas cuestiones son elementos de forma, entonces, ¿cómo se puede penetrar más a detalle en las cuestiones de fondo? Para poder medir o dimensionar de forma más sistemática la aportación científica de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez y de otros geólogos mexicanos con relación a este tipo de Exposiciones y a la atracción de inversiones extranjeras, es decir, ¿cuánto resulto de sus aportaciones puesto que ellos son los expositores y concededores del territorio mexicano?

Habría que realizar una investigación que enlace a la historia de la ciencia y a la historia económica, evitando caer en polarizaciones de posicionamientos teórico-metodológicos entre el positivismo y el economicismo.<sup>248</sup> Sino evidenciar desde un punto medio ¿cuánto benefició la geología de esos años al progreso económico del país? Esto, con la finalidad de que la historiografía mexicana, no sólo desde de la geológica, de la ciencia o de las instituciones, para que también, otras aristas de la historia promuevan en mayor medida

---

<sup>248</sup> Juan José Saldaña, “Marcos conceptuales de la historia de las ciencias en Latinoamérica: Positivismo y Economicismo”, en: Juan José Saldaña (compilador), *Introducción a la teoría de la historia de la ciencia*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1985, pp. 337-363; S. R. Mikulinsky, “La controversia internalismo-externalismo como falso problema”, en: Juan José Saldaña (compilador), *Introducción a la teoría de la historia de la ciencia*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1985, pp. 231-256.

el papel de los geólogos en cuestión, ya que los actores científicos tuvieron, han tenido y tienen un papel destacado en el desarrollo del país.

La relación entre ciencia y Porfiriato, al menos en cuanto se trata del progreso de la geología mexicana, debe estudiarse desde otras ópticas para potenciar el conocimiento sobre las aportaciones que hizo nuestra tríada en estudio, al auge económico gestado en el régimen de Porfirio Díaz, bajo la premisa de que: “Díaz sustentó el éxito de su proyecto modernizador en una hábil política de fomento a la ciencia, que recorrió un abanico que partía desde la formación de individuos con apetito de ciencia en la Escuela Nacional Preparatoria, hasta la promoción de la investigación básica en los primeros institutos de investigación de América Latina”.<sup>249</sup> Esto en palabras de Fernanda Azuela. He aquí la importancia del estudio de los hombres de ciencia, y para este caso, de los geólogos mexicanos y que no sólo quede en el círculo élite de los llamados “científicos”.

Retomando el curso del apartado, México también tuvo presencia en la Exposición Universal de París de 1900, y la muestra de que la ciencia mexicana vivía un periodo de éxito, fueron precisamente, los premios obtenidos en aquella Exhibición.<sup>250</sup> La ecuación ciencia y Estado, durante el Porfiriato resultó benévola para el desarrollo de recursos humanos en las distintas disciplinas científicas, entre ellas, la geología. Esto incentivo la fertilidad de los proyectos de los hombres de ciencia más prominentes de la época.

La participación constante de los geólogos Del Castillo, Aguilera, Ordóñez y otros en torno a la preparación, desarrollo y presentación de los materiales gráficos, pétreos y teóricos en las Exposiciones Universales de finales del siglo XIX, se fusionó con la política de fomento del régimen porfiriano, el cual, coadyuvó de forma significativa en el desarrollo de los proyectos científicos de nuestra tríada en cuestión y, a la vez, esta disposición política le permitió al país, por lo menos, aproximarse a la anhelada consolidación política y económica, al mantener una apertura considerable a la participación de la comunidad científica.

Finalmente, ¿qué relación guarda la vinculación de los tres profesionales en estudio con las Exposiciones Universales? Si lo leemos en función del enfoque Parsoniano,

---

<sup>249</sup> María Luisa Santillán, “Impulso a la ciencia durante el Porfiriato”, en: *Ciencia UNAM*, México, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, 19-11-2015 [en línea] [http://ciencia.unam.mx/leer/513/Impulso\\_a\\_la\\_ciencia\\_durante\\_el\\_Porfiriato](http://ciencia.unam.mx/leer/513/Impulso_a_la_ciencia_durante_el_Porfiriato) [fecha de consulta: febrero 2019]

<sup>250</sup> Rubinovich y Lozano, 1998: 58.

podríamos decir que, cada acto es un proceso en el tiempo, es decir que, las obras geológico-científicas que emprendieron Del Castillo, Aguilera y Ordóñez y que se traducen como productos intelectuales para ser mostrados en dichas Exposiciones, derivaron de una investigación que los remitió de su presente al pasado, para después hacer una proyección a futuro. En esta lógica, estamos adaptando el modelo de Parsons para asignarle a estas Exhibiciones internacionales la categoría de “sistemas de acción”, o sea, pensar estos eventos como una estructura socio-científica que aglutinó a múltiples actores como expositores de sus obras (actos). En ese sentido, las Exposiciones conforman un sistema de acción social que va más allá del quehacer científico, sino que, busca reproducir un sistema de relaciones basadas en la razón, coadyubando con ello en el progreso del hombre, toda vez que, se conserve el orden y el control social.<sup>251</sup> En este sentido, los actos (obras) de nuestra trilogía científica, se amalgamaron a esa estructura sociológica que fomentó el progreso científico entre los siglos XIX y XX.

### **3. LOS CONGRESOS GEOLÓGICOS INTERNACIONALES: CRISOL CIENTÍFICO DE LA GEOLOGÍA**

En consecución con la discusión anterior, tenemos que los Congresos Geológicos Internacionales significaron una vía más rápida y precisa en la transmisión y reproducción de los paradigmas en boga de la geología a nivel internacional. De aquí, que consideremos a estos eventos como elementales en el proceso de culminación de la *edad heroica de la geología mexicana*. ¿Cómo realizar un mapa geológico de un determinado país y cómo este pudiera ser perfectamente entendido por geólogos de otro continente o hemisferio, emulando a un mismo lenguaje decodificado que una comunidad científica a nivel global entendería a simple vista? ¿Cómo estos profesionales compartirían sus investigaciones cartográfico-geológicas y debatirlas en el mismo campo de juego? ¿Cuál sería esa forma de hacerlo? ¿Y cómo lograrían su universalización para el progreso de la geología a nivel mundial? Para mediados del siglo XIX estas interrogantes probablemente le aquejaban a más de un geólogo.

Los Congresos Geológicos Internacionales fueron –si lo pensamos en función de la teoría social de Parsons– un sistema social, es decir, un sistema socio-científico donde los

---

<sup>251</sup> Parsons, 1968: 81-85.

actores-geólogos interactúan entre sí, con el objetivo común de generar un progreso a la geología, a partir, de un sistema de símbolos científicos estructurados y que son compartidos por este colectivo. De este modo, la acción científica se contempla como un proceso en el sistema actor-situación que motiva al geólogo en lo individual o en lo colectivo para lograr sus metas.<sup>252</sup> En este sentido, se puede vislumbrar la naturaleza de los CGI donde los geólogos interactuaron activamente en el debate de los paradigmas en boga, entre ellos, Del Castillo, Aguilera y Ordóñez.

En palabras del ingeniero de minas Andrés Aldasoro y en su investidura de subsecretario encargado del Despacho de Fomento, Colonización e Industria (en el marco de la inauguración del décimo Congreso Geológico Internacional), expresó de forma muy congruente con la época, que, precisamente una de las tareas de los Congresos Geológicos era discutir la aplicación de procedimientos con el rigor de la ciencia, puesto que “las verdades científicas, son verdades universales y esplenden en nuestro entendimiento, con los fulgores de irresistible certidumbre”.<sup>253</sup> Cuestión que definitivamente distinguía a estas asambleas científico-geológicas. Desde la primera edición se mostró esa preocupación por universalizar la forma en que se producirían los distintos trabajos geológicos, cuestión que se tratara más adelante.

Los Congresos Geológicos compartieron el espíritu de las Exposiciones Universales al tomar una actitud pacífica entre las naciones. Puesto que evocaban al trabajo colaborativo entre científicos de distintas nacionalidades. Asimismo, los gobiernos apoyaron en la realización y reunión de múltiples países que, a través de sus hombres de ciencia interactuaban de forma cooperativa en beneficio de la ciencia.<sup>254</sup>

La historia de la geología mexicana enfatiza la labor y desempeño de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez, entre otros actores, así como a las políticas de fomento del Porfiriato, es imprescindible considerar como un importante canal de influencia científica a los Congresos Geológicos Internacionales y a las Exposiciones Universales. Pues en estas

---

<sup>252</sup> Talcott Parsons, *El Sistema Social*, 1951, p. 7 [en línea] [teoriasuno.files.wordpress.com/2013/08/el-sistema-social-talcott-parsons.pdf] [consulta: 05 de julio 2019].

<sup>253</sup> Andrés Aldasoro, discurso de bienvenida, en: *Congrés Geologique International, Compte Rendu de la Xeme Session Mexico 1906*, México, Secretaría de Fomento, 1907, p. 110.

<sup>254</sup> Francois Ellenberger, “*First International Geological Congress Paris, 1878*”, en: *Episodes. Journal of International Geoscience*, vol. 22, núm. 2, june 1999, p. 117.

congregaciones mundiales, se discutían los parámetros a seguir y fueron elementales para el desarrollo científico de la geología mexicana.

En el escenario económico internacional de las últimas tres décadas del siglo XIX fueron testigos de una reorganización geoeconómica. Puesto que “se produjo un cambio en la correlación del desarrollo industrial de los países capitalistas más avanzados: Inglaterra perdió su primacía y pasó a ocupar el tercer lugar en la producción mundial; Francia pasó del segundo al cuarto lugar; los Estados Unidos dejaron el tercer lugar que tenían para colocarse a la cabeza, y Alemania pasó del cuarto lugar al segundo”.<sup>255</sup> Este auge geoeconómico influyó en los avances científicos en el mundo.

La historia de los Congresos Geológicos Internacionales se remonta al *The First International Geological Congress, Paris, 1878*. Esta primera edición se celebró del 29 de agosto al 4 de septiembre.<sup>256</sup> En ese mismo año se estaba celebrando la Exposición Universal de París.<sup>257</sup> Regularmente, los Congresos se celebraban cada tres años. El segundo Congreso Geológico Internacional se llevó a cabo en Bolonia, Italia, en 1881, del 25 de septiembre al 5 de octubre.<sup>258</sup> La participación de México en los Congresos Geológicos Internacionales, se gestó con la intervención del ingeniero Antonio del Castillo, quien representó a México desde la primera reunión concertada en París 1878, así mismo, acudió al Congreso de Bolonia en 1881. También en la IIIa Sesión realizada en Berlín en 1885;<sup>259</sup> posteriormente, Del Castillo “dio a conocer las riquezas de México en aerolitos o grandes masas de fierros meteóricos ante el IV Congreso Geológico Internacional en Londres (1888)”;<sup>260</sup> Del Castillo y Aguilera participaron en la Va edición, celebrada en 1891 en Washington.<sup>261</sup>

A la postre, solamente sus discípulos “José G. Aguilera y E. Ordóñez representaron oficialmente al gobierno de México en la VIIa Sesión de Rusia de 1897, y en la VIIIa de

---

<sup>255</sup> De Gortari, 2016: 468.

<sup>256</sup> Ellenberger, 1999: 113.

<sup>257</sup> Leandro Sequeiros San Roman, “La Paleontología en España en el siglo XIX”, en: *Llull. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, España, vol. 12, núm. 22, 1989, p. 169.

<sup>258</sup> Gian Battista Vai, “The Second International Geological Congress, Bologna, 1881”, en: *Episodes. Journal of International Geoscience*, vol. 27, núm. 1, march 2004, pp. 13-15.

<sup>259</sup> Azuela, 2009: 107.

<sup>260</sup> Mario M. Arreola Santander y Rodrigo Pérez González, “Las piedras del cielo”, en: *Hacia el Espacio*, Agencia Espacial Mexicana, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Gobierno de México <<http://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=120>>, 03 de abril de 2018.

<sup>261</sup> Morelos y Moncada, 2015: 1096; Rubinovich, Levy, de Luna y Block, 1991: 2.

Francia de 1900; Aguilera asumió esa responsabilidad en la IXa de Viena de 1903, de la cual obtuvo la sede de México para la siguiente reunión [para 1906]”.<sup>262</sup> Para este apartado sólo se ha elegido, tentativamente, los Congresos de Rusia 1897 y México 1906 porque los ponderamos de mayor relevancia para la experiencia de Aguilera y Ordóñez.

**Tabla 12.** *Los diez primeros Congresos Geológicos Internacionales.*

<b>Sesión</b>	<b>Sede</b>	<b>Año</b>	<b>Representantes de México</b>
I	París, Francia	1878	Antonio del Castillo
II	Bolonia, Italia	1881	Antonio del Castillo
III	Berlín, Alemania	1885	Antonio del Castillo
IV	Londres, Inglaterra	1888	Antonio del Castillo
V	Washington, Estados Unidos	1891	Antonio del Castillo y José G. Aguilera
VI	Zúrich, Suiza	1894	Antonio del Castillo
VII	San Petersburgo, Rusia	1897	José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez
Congreso Internacional de Hidrología y Geología	Lieja, Bélgica	1889	José G. Aguilera
VIII	París, Francia	1900	José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez
Segunda Conferencia Sismológica Internacional	Estrasburgo, Alemania	1903	José G. Aguilera
IX	Viena, Austria	1903	José G. Aguilera
X	Ciudad de México, México	1906	José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez

Elaboración propia, con base en: Morelos, 2014: 171; Rubinovich *et al*, 1991: 97-98.

La historia de los Congresos Geológicos Internacionales se remite al año de 1878, sin embargo, desde 1874, el italiano Giovanni Capellini mostraba preocupación por la selección de colores para los mapas geológicos y la estandarización de los términos geológicos. Originario de Bolonia, Italia, sostenía que la solución a esto, sería la organización de un Congreso Geológico Internacional. Asimismo, en 1867 y luego en 1876, Jean Vilanova había tenido acercamientos con la Sociedad Geológica de Francia, con el ánimo de celebrar un congreso especializado, en el cual, Vilanova mostraba similares preocupaciones a las de Capellini.<sup>263</sup> Estas iniciativas por celebrar los Congresos Geológicos para la estandarización

<sup>262</sup> Rubinovich y Lozano, 1998: 54.

<sup>263</sup> Ellenberger, 1999: 113.

global de la geología, la atisbamos como un reflejo y necesidad que arrojó el proceso de modernización y autonomía científica de la Geología.

La preocupación por establecer de manera formal cuestiones como la homologación de la nomenclatura y demás elementos geológicos para la elaboración de los mapas, se remonta al siglo XVIII. “Parece que el primer mapa geológico coloreado habría sido producido tan temprano en la historia de la cartografía geológica como 1768, el documento, realizado por C. Lommer, representa un sector de Sajonia. Con posterioridad Abraham Gottlob Werner (1749-1817) estableció tanto un esquema básico de clasificación de las rocas como un cuadro de colores para representarlas”.<sup>264</sup> Además de Werner, hubo otros geólogos reconocidos que plasmaron su aportación a la historia de la geología, en términos de establecer una estandarización en la paleta de colores para la cartografía geológica.

**Tabla 13.** Las primeras gamas de colores para la cartografía geológica.

Tipo de roca	Autores y colores			
	Werner ¿1775?	Charpentier 1778	Gimbernat 1808	Keferstein 1820/21
Esquisto	Verde grisáceo	Naranja	Verde	Verde
Granito	Rojo	Rojo	Rosa-rojizo	Rojo
Porfiro	Castaño	-	Naranja	Gris
Arenisca	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Naranja
Caliza	Azul	Azul	Azul	Azul
Basalt	negro	-	Gris	negro

Fuente: Sellés, 2014: 11.

La discusión al respecto se retomó con mayor fuerza hacia las primeras décadas de la segunda mitad del siglo XIX. La organización de Congresos para el desarrollo de la geología, surgió en Filadelfia, Estados Unidos, en 1876 en el marco de la Exposición Internacional. Allí, la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, optó por organizar un Congreso de Geología en la próxima Exposición Universal, a celebrarse en París, Francia en 1878. Su misión sería consolidar a la ciencia geológica a nivel mundial. Aquella Asociación concretó un equipo de trabajo, al que tiempo después se le conocería como el “Comité Fundador de

<sup>264</sup> José Sellés Martínez, “Cartografía geológica”, en: *Levantamiento geológico*, Argentina, Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires, 2014, p. 10.

Filadelfia”.<sup>265</sup> A continuación se muestran tres relaciones: la primera, acude a los integrantes que darían la pauta a la edición de los Congresos Geológicos Internacionales; la segunda, al comité que desarrollaría particularmente el Congreso de París, cuyos miembros fueron extraídos de la Sociedad Geológica de Francia, y de la tercera, se muestra el programa del Primer Congreso Geológico (véanse también las tablas 3 y 4: Anexos capítulo II).

**Tabla 14.** Programa del I Congreso Geológico Internacional, París, 1878.

1. Estandarización de mapas geológicos e informes con respecto a nomenclatura y símbolos.
2. Discusión de los límites y características de ciertos sistemas de rocas.
3. Representación y coordinación de características lineales (fallas y venas).
4. Importancia respectiva de la fauna y la flora en la delineación de sistemas de rocas.
5. Importancia de la mineralogía y la textura de las rocas en términos de su origen y edad.

Fuente: Ellenberger, 1999: 114.

Al igual que en las Exposiciones Universales, las posturas políticas y las relaciones internacionales no estuvieron exentas de las organizaciones y convocatorias de los Congresos Geológicos Internacionales. Una vez asentada la Asociación y la Comisión que empujarían la primera reunión de geólogos a nivel internacional, la cual optó por la sede en París, Francia en 1878, en el marco de su Exposición Universal. Gran Bretaña, España, Francia, Rusia, Austria, Noruega, Suecia e Italia, a través de sus Sociedades Geológicas, vieron con buenos ojos la reunión de geólogos en París. Mientras que Alemania se abstuvo de participar ya que aún había distancia por la Guerra Franco-Prusiana de 1870.<sup>266</sup>

En México, “el porfiriato coincidió con un periodo de notable expansión en el comercio mundial que ocasionó que la economías de América Latina se incorporasen cada vez más a la economía internacional como exportadores de materias primas y de producción agrícolas, y como importadores de capital y tecnología extranjeras [...] La demanda internacional de materias primas creció con rapidez después de 1850, como consecuencia directa de la evolución de la revolución industrial en Europa y Norteamérica”.<sup>267</sup> Evidentemente, el desarrollo de la industria se nutrió de las múltiples disciplinas de la ciencia. Para el caso mexicano la ciencia había sufrido un notable impulso durante la era porfiriana, con la creación de instituciones de tipo científico, así como conformación de asociaciones

<sup>265</sup> Ellenberger, 1999: 113.

<sup>266</sup> *Ibid.* 113-114.

<sup>267</sup> Garner, 2003: 164.

científicas.<sup>268</sup> Desde luego que el progreso científico durante ese periodo no fue netamente por la política de Díaz, mucho tuvieron que ver los hombres de ciencia para empujar sus respectivas disciplinas.

La discusión sobre la estandarización de mapas geológicos e informes con respecto a nomenclatura y símbolos, finalmente logró establecerse con resultados contundentes hacia 1891, en la quinta edición de Congresos Geológicos realizada en Washington. Antonio del Castillo se encontraba en la comisión designada para determinar los valores que se emplearían de forma global de allí en adelante para la confección de mapas geológicos.<sup>269</sup> Lo cual habla de su pronta integración e importancia de su papel en el círculo internacional de geólogos. La gama de colores de las rocas fosilíferas establecida en aquel congreso quedó de la siguiente manera:

**Tabla 15.** *Gama de colores de las rocas fosilíferas, Washington, 1891.*

<b>Periodo</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Color</b>
Neoceno	N	Naranja
Eoceno	E	Amarillo
Cretáceo	K	Amarillo-verde
Jura Trías (sic)	J	Azul-verde
Carbonífero	C	Azul
Devónico	D	Violeta
Silúrico	S	Púrpura
Cámbrico	E	Rosa
Algonquino	A	Rojo

Fuente: Morelos y Moncada, 2015: 1088.

Desde actividades prácticas en las excursiones para la prospección del territorio nacional, hasta cuestiones de carácter intelectual como interactuar con sus homólogos en los Congresos Geológicos Internacionales, desde luego, en la redacción de artículos donde descargaban cuestiones teóricas que se basaban en la observación y metodología científica. En ese sentido las contribuciones geológicas de estos hombres han sido, históricamente, significativas para el desarrollo científico del país. Así como lo fue cuando “se da a conocer una de las primeras síntesis conceptuales sobre la geología de México, obra de José Guadalupe Aguilera y Ezequiel Ordóñez, quienes ya se consideraban a sí mismos geólogos en el más amplio sentido del término y que con su escrito preparaban simbólicamente la

<sup>268</sup> de Gortari: 432-434.

<sup>269</sup> Morelos y Moncada, 2015: 1087.

transición generacional entre el grupo de Antonio del Castillo y el que dirigiría Aguilera en los años de fin de siglo XIX y primeras cuatro décadas del XX”.<sup>270</sup> Esto marcó un momento estelar en la historia de la geología mexicana, sin embargo, en cierta medida dichas propuestas teóricas y metodológicas, pudieron haber venido del extranjero a raíz de las reuniones y participaciones en Congresos Geológicos y Exposiciones internacionales.

Luego de la muerte de Antonio del Castillo en 1895, “Aguilera y Ezequiel Ordóñez asumieron la total responsabilidad del Instituto Geológico de México. La etapa que comienza con ese suceso [irónicamente] y culmina con la celebración de la Xa Sesión del Congreso Geológico Internacional, en septiembre de 1906, fue de verdadero crecimiento para la institución, que logró concretar varios proyectos geológicos de envergadura que conjuntamente con la representación oficial en congresos internacionales acrecentaron notablemente su imagen mundial”.<sup>271</sup> Esto significó la transición generacional mexicana de los científicos de la Tierra del siglo XIX. A partir de esa circunstancia, Aguilar y Ordóñez seguirían los pasos de su predecesor tanto en la dirección del Instituto Geológico de México, como en la representación en eventos internacionales de corte científico.

Uno de los Congresos Geológicos que más impacto tuvo en José Guadalupe Aguilera y Ezequiel Ordóñez, fue el de la VIIa Sesión de San Petersburgo, Rusia, en 1897. Y por supuesto, esta edición no estuvo exenta de actores políticos de relevancia. Recuérdese, que eran los dirigentes estatales quienes en gran medida hacían posible la realización de estos eventos. Dicha reunión de geólogos fue precedida por el Gran Duque Constantino Constantinovich Romanov (1858-1915), quien rindió un discurso de bienvenida a aquellos geólogos del periodo finisecular. Los científicos congregados en Rusia se sentían conformes por el recibimiento y las atenciones que las autoridades gubernamentales les habían brindado. En se sentido, se agradecía la protección que les habían dado: el Emperador Nicolás II, el Gran Duque Constantino Constantinovich, la Princesa Eugenia Maximilianovna de

---

<sup>270</sup> Uribe, 2015: 97.

<sup>271</sup> Rubinovich y Lozano, 1998: 51-52.

Oldenburgo y la familia imperial, quienes fueron lo que hicieron factible la organización del Séptimo Congreso Geológico.<sup>272</sup>

La asistencia y participación de Aguilera y Ordóñez en el Congreso de San Petersburgo, influyó en los ámbitos personales y profesionales al ser dignos representantes institucionales de México. La evidente interacción intelectual que entablaron con sus homólogos de otras nacionalidades, los llevó a tejer redes con los más destacados geólogos de la época. Es posible, que Aguilera como director en turno del Instituto Geológico de México, haya entablado relación en dicho Congreso, con el alemán Emil Böse, quien era un especialista en estratigrafía, fue invitado a laborar en México. El geólogo germano arribó a nuestro país en 1898, donde hizo prospecciones en los volcanes mexicanos, en ocasiones, en compañía de E. Ordóñez, quien también mostraba interés por la vulcanología.<sup>273</sup>

En la reunión de Rusia 1897, se reunieron mil cien especialistas de la Geología. La VIIa Sección de Congresos Geológicos, fue presidida por el Sr. Prof. A. Karpinsky, director del Comité Geológico de San Petersburgo, quien brindó un homenaje a la memoria de sus colegas y miembros fallecidos y que habían participados en ediciones anteriores. Se hizo referencia distintiva: al Profesor Huxley, quien había presidido el Congreso de Londres; asimismo, al también presidente del Congreso referido, el Prof. Prestwich; al Profesor Beyrich, presidente de edición en Berlín; al Prof. Dana, quien figurara como uno de los presidentes de la Sesión de Washington. También se mencionaron a otros destacados geólogos: Swenstrup Pasepny, el Marqués de Saporta, Borneman, Antonio del Castillo, Ed. Cope, entre otros.<sup>274</sup>

Las principales tareas de este Congreso consistieron en la definición y desarrollo de la nomenclatura estratigráfica y la nomenclatura petrográfica. El objetivo era construir un lenguaje científico en la Geología, la cual está en constante perfeccionamiento metodológico. Luego de una exhaustiva discusión sobre los pendientes, se establecieron las nuevas

---

<sup>272</sup> José Guadalupe Aguilera y Ezequiel Ordóñez (delegados del gobierno de México a dicho Congreso), *El Séptimo Congreso Geológico Internacional, Rusia 1897*, México, Oficina de Tipografía de la Secretaría de Fomento, 1898, pp. 5-7.

<sup>273</sup> Rubinovich y Lozano, 1998: 55-57.

<sup>274</sup> Aguilera y Ordóñez, 1898: 7.

modificaciones sobre la introducción de nuevos términos estratigráficos en la nomenclatura internacional.<sup>275</sup>

Así pues, se puso en la mesa de debate, la importancia de las formaciones marinas para la inteligencia de la formación de los sedimentos, así como su datación. En ese sentido, se consideró que para entonces el número de geólogos que conocían el fondo del mar era muy limitado. Por ello habría que dedicarse al estudio de la biología, la física y la historia natural de los mares, pues esto representaba un elemento indispensable para la formación del geólogo. Lo anterior emanó en una de las propuestas novedosas del Congreso de San Petersburgo. Se planteó la creación de un Instituto Geológico Internacional “flotante”, el cual debería ser financiado por los gobiernos, con la finalidad brindar servicio a la ciencia. Los geólogos del Congreso de 1897, habían designado al Prof. Karpinsky, presentar el proyecto ante los gobiernos que tenían científicos en su representación.<sup>276</sup>

Una de las actividades más productivas de la Sesión de 1897, para Aguilera y, en mayor medida para Ordóñez, por lo que desempeñaría en un futuro con las exploraciones petroleras, fueron las excursiones geológicas que eran parte elemental en los programas de los Congresos. En este caso fueron en los Montes Urales, Finlandia, Estonia, el Cáucaso, la Crimea y los montes Ararat.<sup>277</sup> De aquí, principalmente Ordóñez aprovechó la excursión y se enfocó en la cuestión del petróleo.

El petróleo encontrado y explotado en la región del Cáucaso en esos años había colocado a Rusia en el escenario de la industria petrolera internacional. Narran Aguilera y Ordóñez que entre la ciudad de Yenikale y el mar Caspio se encuentra, además de petróleo, también el gas natural, gases hidrocarburoados, y otras riquezas más. En esta región del Sur de Rusia, uno de los principales puntos de extracción era en la ciudad Bakou (Bakú). De aquí, los geólogos mexicanos observaron un elemento indispensable para el desarrollo de casi cualquier industria para la época: la eficiente conexión del ferrocarril a zonas claves (económicamente hablando). Asimismo, hacían comparaciones sobre las perforaciones petroleras que realizaban en la Rusia del Sur con las efectuadas en Estados Unidos. Hicieron

---

<sup>275</sup> Aguilera y Ordóñez, 1898: 7-9.

<sup>276</sup> *Ibid.* 1-13.

<sup>277</sup> Rubinovich y Lozano, 1998: 55.

una detallada reseña sobre el proceso y métodos de extracción del petróleo de la región de Bakou.<sup>278</sup>

Es evidente que dicha excursión impregnó de nociones elementales a Ordóñez sobre la detección y explotación del crudo. Y se pondera específicamente a este geólogo, porque fue uno de los principales hombres que se especializó en hacer ese trabajo científico en México. No por nada tanto el gobierno como los empresarios del petróleo le procuraron para hacer labores de prospección y extracción. Para 1901, el gobierno del general Porfirio Díaz ordenó al Instituto Geológico de México, formar una comisión científica, la cual se integró por Juan de Dios Villarelo y Ezequiel Ordóñez, en la cual realizaron el estudio y evaluación de la riqueza petrolera de algunas zonas del país. Para ello se basaron en la geología estratigráfica disciplina vista en los Congresos de 1897 y 1900, la cual les permitió el éxito en la investigación de la naciente industria petrolera en México. Gracias a los servicios desarrollados por el Instituto Geológico de México a través de sus profesionales, para 1904, el geólogo E. Ordoñez hizo el descubrimiento del primer pozo comercial en México.<sup>279</sup>

Luego de haber participado en la Sesión de San Petersburgo, Aguilera y Ordóñez se prepararon –entre otras actividades de su responsabilidad– para el próximo Congreso Geológico, a realizarse en París, Francia, tres años más tarde. Sin duda, cada experiencia vivida en estas reuniones científicas internacionales tenía un impacto en la vida profesional y personal de estos hombres. Mientras que, como representantes de México, el gobierno en turno gozaba de una relativa bonanza económica y se mostraba ante la comunidad internacional como un digno destino para la inversión.

Tres años después, se llegó la Exposición Universal de París de 1900. Compuesta por distintas reuniones científicas y culturales, ya que era la forma en que se constituían dichas Exhibiciones. Así como en la Feria de 1878, también en la de 1900 se celebraba un Congreso Geológico Internacional. París del 78 había sido la sede de la primera reunión internacional de geólogos entendida como Congreso. En esta ocasión, se efectuaba la octava Sesión de Congresos Geológicos. Aguilera y Ordóñez fueron delegados por el gobierno mexicano para

---

<sup>278</sup> Aguilera y Ordóñez, 1898: 119-125.

<sup>279</sup> Morelos, 2014: 153.

participar en dicha reunión. De esta Sesión parisina, el Instituto Geológico de México se hizo acreedor a un gran premio, al presentar el transecto geológico Acapulco-Veracruz.<sup>280</sup>

La participación de Aguilera y Ordóñez en el Congreso de 1900, había sido de éxito para la institución que representaban y, por supuesto, para el país. Al paso de otros tres años, se llegó la novena reunión de geólogos, ahora tocaba el turno como sede a Viena (Austria). Fue, precisamente, “en el congreso realizado en 1903 en Viena, [que] Aguilera llevaba la consigna de proponer que en 1906 el congreso se celebrara en México. Además del nuestro, tres países se disputaron tal honor: Canadá, Portugal y Escocia”.<sup>281</sup> De la cual, México obtuvo la sede para la décima edición. Como se vio en los primeros párrafos de este apartado, en esta congregación científica solamente acudió el director del Instituto Geológico de México, el geólogo José G. Aguilera. Años más tarde, en la Ciudad de México, en calidad de secretario general del Xº Congreso Geológico Internacional, Ezequiel narró la significativa victoria:

Quando, en Viena, hace tres años, la asamblea del noveno congreso debía decidir el destino de la próxima reunión, los geólogos mexicanos, como resultado de un acuerdo celebrado previamente entre el Gobierno de México y el Comité Austriaco, por el Nuestro Diputado en la Novena Sesión, esperó con cierta impaciencia el resultado, que no se pospuso por mucho tiempo. De hecho, el mismo día que se tomó la decisión, el Ministerio de Fomento quiso comunicarnos la resolución, contenida en unas pocas palabras en el telegrama enviado por el Sr. Aguilera de la Capital del Imperio Austriaco.<sup>282</sup>

En cuanto a la concurrencia de científicos y países al Congreso de México, no fue del todo exitoso en comparación con las tres últimas ediciones que le precedieron al de 1906. De hecho, debido al predominio de participantes estadounidenses y en ausencia de numerosidad europea, en la edición mexicana predominó el idioma inglés, cuestión distinta a la de los congresos anteriores. Pues se tiene que: “se registraron 707 personas, aunque solo 321 participaron. Si Nosotros descontamos los 153 asistentes de México, el número fue 168. Después de México, el segundo país en importancia fue Estados Unidos, con setenta participantes. Sólo había ochenta y cuatro europeos, con un predominio de los alemanes, que representaban cuarenta y tres personas. Asia y Oceanía agregaron solo tres personas y no

---

<sup>280</sup> Rubinovich y Lozano, 1998: 66.

<sup>281</sup> Katia Adriana González Rodríguez, Consuelo Cuevas Cardona y Jesús Martín Castillo Cerón (editores), *Los fósiles del estado de Hidalgo*, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2009, p. 23.

<sup>282</sup> Ezequiel Ordóñez, “Resumen del trabajo preparatorio para la X Sesión del Congreso”, en: *Congrés Geologique International, Compte Rendu de la Xeme Session Mexico 1906*, México, Secretaría de Fomento, 1907, p. 119.

había ninguna de África que realmente asistió”.<sup>283</sup> Para dimensionar esta situación, obsérvese la tabla 5: Anexos capítulo II.

De una u otra forma, las cartas estaban sobre la mesa, ahora les tocaba ser anfitriones a los geólogos mexicanos y al gobierno de Porfirio Díaz le correspondía financiar aquella distinguida congregación geológica internacional. El Congreso se desarrollaría entre el 6 y el 14 de septiembre de 1906. Pero, ¿qué significaba la celebración de este Congreso para el gobierno en turno y qué importancia tenía para la comunidad geológica de México? En primer lugar, lo correspondiente al gobierno y en palabras del Subsecretario en turno a cargo del Despacho de Fomento, Colonización e Industria, Andrés Aldasoro señaló que la realización del Congreso Geológico Internacional en Xa edición, era un motivo grato y honroso puesto que difícilmente se presentaban este tipo de oportunidades de orden internacional. Ya que era “[...] una Asamblea tan importante, compuesta de sabios eminentes de las Naciones más civilizadas, que vienen con sentimiento altruistas, a recoger datos de nuestro territorio, para convertirlos con su ilustrado criterio, en sazonados frutos, que ponen al servicio de las ciencias, las artes y la industria”.<sup>284</sup> Fueron palabras que Aldasoro no solamente refirió en su investidura de funcionario público, sino también como un ingeniero de minas, así como lo fue Del Castillo. Por ello resulta interesante retomar sus palabras enunciadas en su discurso en el marco de la bienvenida a los congresistas geólogos, ya que reflejan tanto la importancia del evento como de lo que implica como científico un ejercicio de esta naturaleza en aquellos años.

En segundo lugar, el Xº Congreso aludía a un proceso de culminación, pero también de inicio de una nueva etapa en el progreso de la geología mexicana, el cual se remontaba al “[...] esfuerzo [realizado] por parte de la comunidad científica mexicana, que incluyó la creación del Instituto Geológico de México (1888), así como la elaboración de las cartas geológicas y mineras, entre otros muchos proyectos de investigación. El equipo que promovió esas iniciativas estaba integrado por José G. Aguilera, Ezequiel Ordoñez, Juan D. Villarello, Antonio del Castillo, que para esas fechas ya había muerto [...]”.<sup>285</sup> Además de

---

<sup>283</sup> Octavio Puche Riart y Luis Felipe Mazadiego Martínez, “The 10th International Geology Congress, Mexico (1906)”, en: *Episodes*, Vol. 34, no. 3, September 2011, p. 199.

<sup>284</sup> Aldasoro, 1907: 109.

<sup>285</sup> Eduardo Corona-M, “Apuntes editoriales sobre ‘Los geólogos en Cuernavaca’”, en: *El Tlacuache. Suplemento cultural*, Morelos, Instituto Nacional de Antropología e Historia delegación Morelos, La Jornada Morelos, núm. 696, 18 de octubre 2015, p. 1.

ser parte de la concreción y desarrollo del Instituto Geológico de México, los geólogos José G. Aguilera y Ezequiel Ordoñez arribaron al Congreso Geológico Internacional en calidad de presidente y secretario general, respectivamente.

**Tabla 16.** *Relación de integrantes de la comisión encargada de la organización del Xº CGI.*

<b>Nombre</b>	<b>Estatus</b>
José G. Aguilera	Presidente
Ezequiel Ordoñez	Secretario General
Emilio Böse	Secretario
Carlos Burckhardt	Secretario
Juan D. Villarello	Tesorero
Rafael Aguilar y Santillán	Miembro
Teodoro Flores	Miembro
Eduardo Martínez Baca	Miembro
Ramiro Robles	Miembro
Faustino Roel	Miembro
Sewall Truax	Miembro
Víctor de Vigier	Miembro

Elaboración propia, con base en: *Congrés Geologique Internationale, Compte Rendu de la Xeme Session Mexico 1906*, México, Secretaría de Fomento, 1907, p. 15.

Los temas que se desarrollaron en el programa de la Xa edición versaron en los siguientes tópicos: “Las condiciones climáticas de las diferentes épocas geológicas. Las relaciones entre la tectónica y las masas eruptivas. La génesis de los depósitos metálicos. La clasificación y denominación de las rocas”.<sup>286</sup> La agenda para este Congreso definitivamente resultaba ser sugerente y vanguardista, pero a la vez continuaban trabajando con asuntos inconclusos de reuniones anteriores, y que mucho depende de los hallazgos que se van dando al paso del tiempo. En ese tenor, según Octavio Puche y Luis Felipe Mazadiego “no hubo nuevas contribuciones sobresalientes en el IGC mexicano, aunque se dijeron muchas cosas nuevas y hubo mucho debate”.<sup>287</sup> Entonces, ¿por qué resulta trascendente retomarlo como elemento imprescindible en la concreción de la geología mexicana? Más bien, es una cuestión de fondo, la cual señalaré al final de este apartado.

En el albor del siglo XX, se vivía una etapa de consolidación científica en el país. Y con relación a la celebración de este tipo de eventos internacionales, valdría la pena preguntarse ¿cómo se percibía el ejercicio de discusión y consenso para establecer acuerdos en beneficio de la ciencia en estos Congresos? Primero, la ciencia se concebía como un

<sup>286</sup> Puche y Mazadiego 2011: 198.

<sup>287</sup> *Ibid.* 206.

espacio común donde los hombres de ciencia convergen y divergen a través del debate, donde no se distingue raza ni clase, pues es la ciencia una “República Cosmopolita”.<sup>288</sup>

Al final, el progreso que generaba cada Congreso se media con base en las conclusiones que se estipulaban como resultado de los trabajos presentados y discutidos en aquellas reuniones. Para el caso de la edición mexicana se puede destacar que los trabajos se encaminaron a favorecer la unificación de los mapas geológicos a partir de mostrar avances en la Paleontología y la nomenclatura estratigráfica, asimismo en la clasificación petrográfica y mineralógica.<sup>289</sup> Desde luego que el espectro de discusión fue mucho más lejos, pero el tiempo apremia y los trabajos que se discutían en los Congresos Geológicos Internacionales muchas veces se vieron obstruidos por Cronos.

A pesar de los contratiempos, no se debe desligar lo que pensaban al respecto los actores participes de aquel Congreso, por ejemplo, el profesor y geólogo W. M. Davis dijo: “Señores: cada uno de nosotros trae lo mejor, lo más culminante de nuestros trabajos efectuados en varios países, para ofrecerlo a ustedes como homenaje, y como para atestiguar nuestro beneplácito por los progresos inmensos que se realizan en esta República”.<sup>290</sup> Esta era en sí la esencia de los Congresos Geológicos, y este era el espíritu científico y de superación que compartía la comunidad de geólogos en aquellos años. Asimismo, de forma implícita se reconocía el arduo trabajo de la comunidad geológica de México. Mientras que el presidente de la Comisión del Xº Congreso, el geólogo J. G. Aguilera expresó en su discurso de bienvenida, la utilidad y evidencia del progreso de los congresos pretéritos:

Ya hemos obtenido la unificación cartográfica y la de la nomenclatura estratigráfica hasta los límites de lo posible; hemos llegado a un acuerdo sobre la elección de las bases sobre las cuales debe basarse la clasificación petrográfica; se hizo el primer esfuerzo para estandarizar la clasificación de los esquistos cristalinos y las rocas eruptivas; se ha establecido la publicación de la “Paleontología Universalis”, es decir, que cada vez nos acercamos más a un lenguaje universal.<sup>291</sup>

En este sentido, nos parece pertinente preguntarnos ¿qué significaron los Congresos Geológicos Internacionales y, en particular, la décima edición, para el desarrollo de la

---

<sup>288</sup> Aldasoro, 1907: 109.

<sup>289</sup> Puche y Mazadiego 2011: 206.

<sup>290</sup> W. M. Davis, “Toast de M. le Prof. W. M. Davis”, en: *Congrès Geologique International, Compte Rendu de la Xeme Session Mexico 1906*, México, Secretaría de Fomento, 1907, p. 52.

<sup>291</sup> José G. Aguilera, “Discurso”, en: *Congrès Geologique International, Compte Rendu de la Xeme Session Mexico 1906*, México, Secretaría de Fomento, 1907, pp. 118-119.

geología mexicana? Esta cuestión, creemos que la podemos dimensionar desde la perspectiva del progreso entendido a partir de la óptica de Spencer, no como un accidente, sino como una necesidad de adaptación orgánica, donde toda inadaptación tiende a desaparecer con el tiempo.<sup>292</sup> Para matizar esta teoría, vislumbramos dos aspectos: el primero, el hecho de que la Xa edición de los congresos geológicos se haya efectuado en territorio mexicano es meramente circunstancial, pues de no haberse celebrado en nuestro país, no se hubiera significado que la geología mexicana no alcanzaría el peldaño de ciencia moderna y autónoma, pues ya se habían cimbrado las bases de esta etapa. Sin embargo, opinamos que fue relevante dicho evento científico porque finalmente México figuraba como escenario oficial de una organización internacional que apuntalaba el debate científico del pasado, presente y futuro de la Geología.

Lo segundo, la interrogante adecuada a este contexto, sería, más bien, ¿la participación antaño de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez en estos Congresos se tradujo en progreso para la ciencia geológica mexicana? Desde luego que sí, ¿en qué sentido? puesto que los Congresos Geológicos Internacionales surgieron como reflejo de la *edad heroica de la geología* (europea) al quedar varios cabos sueltos, principalmente, la tarea de homologar y universalizar el lenguaje científico de esta disciplina, en tanto que, para la experiencia mexicana, estos Congresos significaron la dirección de México de forma más consistente al proceso de culminación de la *edad heroica de la geología mexicana*. Como hemos visto, nuestra tríada figuró de forma alterna, en ocasiones sólo participaba uno o en otras asistían dos, lo importante es que su presencia en las primeras ediciones fue fundamental y, a partir de ello, podemos decir que generaron cierto progreso para la geología mexicana. Pues si su labor y desempeño en esta organización internacional no hubiera sido de provecho para la ciencia mexicana, no se hubieran realizado con éxito tareas tan vitales como la de crear un servicio geológico estatal, la configuración de la cartografía geológica, estudios petrográficos o petroleros, por citar algunos ejemplos. Por lo tanto, podemos decir que, la labor de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez en los congresos que antecedieron al de 1906, significó un notable progreso para ciencia de México, pues la adaptación de los paradigmas en boga

---

<sup>292</sup> Robert Nisbet, “La idea de progreso”, en: *Revista Libertas*, Instituto Universitario ESEADE, núm. 5, octubre 1986, p. 5 [en línea] [http://www.eseade.edu.ar/files/Libertas/45\\_2\\_Nisbet.pdf](http://www.eseade.edu.ar/files/Libertas/45_2_Nisbet.pdf)

referidos en dichos eventos se integró como una forma de respuesta a la necesidad teórica y vacíos metodológicos que demandaba la geología en nuestro país.

## **CONCLUSIONES**

A lo largo del siglo XIX, no se contaba con un consistente trabajo cartográfico geológico de la República, sólo con algunos mapas geológicos aislados y multitud de referencias en informes, artículos, etc. en alusión a la geología mexicana. El primero proyecto que intento abarcar todo el territorio nacional fue hasta 1889 con la configuración del primer *Bosquejo Geológico de la República Mexicana* que significó un gran avance para la geología nacional. De aquí, es de rescatar la experiencia que vivieron Del Castillo y sus geólogos en la elaboración de dicho mapa. La participación de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez en los Congresos Geológicos Internacionales alimentó su formación y conocimientos geológicos que fueron seguramente empleados en las tareas de la geología nacional.

En cuanto a las Exposiciones Universales, sirvieron de plataforma para dar a conocer los productos geológicos (en el caso de nuestros profesionales en estudio), y, por lo tanto, de la configuración geológica y las riquezas minerales de nuestro país. Asimismo, fungieron como una especie de medidores del progreso científico, ya que en cada Exposición se obtenían premios en función de la genialidad de cada producto exhibido. Mientras que los Congresos Geológicos Internacionales, fungieron como crisol científico de la geología a nivel mundial. Estos, desde nuestra perspectiva, fueron de mayor beneficio para Del Castillo, Aguilera y Ordóñez.

## CAPÍTULO III

# EL QUEHACER GEOLÓGICO DE: DEL CASTILLO, AGUILERA Y ORDÓÑEZ EN LA CONCRECIÓN DE LA GEOLOGÍA MODERNA MEXICANA

*Sería deseable que el geólogo estuviese perfectamente familiarizado con la química, la física, la mineralogía, la zoología, la anatomía comparada, la botánica; en fin, con todas las ciencias relacionadas con la naturaleza orgánica e inorgánica. Con ayuda de estos conocimientos... el geólogo dejaría rara vez de sacar consecuencias exactas y filosóficas de los diversos monumentos que rinden testimonio de los tiempos pasados.<sup>293</sup>*

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el campo de influencia de la geología se presume trascendental e imprescindible, debido a su amplio abanico de aplicación en el desarrollo de la industria y la preservación de la vida humana. La ciencia geológica otrora, hasta hoy, ha permeado en la energía (combustibles fósiles, geotérmica, nuclear y eólica), en el suministro del agua (subterránea, superficial, oceánica, atmosférica y polar), en los recursos minerales (en todas sus explotaciones), en la agricultura (estudiando las condiciones óptimas del terreno de cultivo), en el medio ambiente (como los riesgos geológicos antropogénicos), en la gestión de residuos, en los materiales para la construcción, en los caminos, en el cambio climático, los terremotos, volcanes, tsunamis, deslizamientos, y hasta en cuestiones de justicia con la geología forense y muchos otros ámbitos más.<sup>294</sup>

---

<sup>293</sup> Lyell, 1803: 3-4.

<sup>294</sup> Pelayo, 1991: 10-50; Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, “Geología para la Sociedad”, en: *The Geological Society. Serving science y profession*, Federación Europea de Geólogos, marzo 2015, pp. 2-19, [en línea], [fecha de consulta: 18/feb/2019: [http://www.icog.es/TyT/files/geo\\_sociedad.pdf](http://www.icog.es/TyT/files/geo_sociedad.pdf)]; Servicio Geológico Mexicano, “¿Qué es la Geología?”, México Gobierno de la República, Pachuca, Hidalgo, p. 1, [en línea], fecha de consulta: 18/feb/2019: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la-Geologia.pdf>].

En gran medida, la geología se ha desarrollado a partir de premisas filosóficas como la génesis y antigüedad de la existencia del hombre y de nuestro planeta. Las referencias de datación de la Tierra se inscriben a la Antigüedad, sin embargo, ha sido a partir del siglo XVI que se ha agudizado el intento por develar su arcaísmo (véase tabla 1: Anexos capítulo III). Hasta hoy, los estudios revelan que el planeta Tierra tiene una longevidad que estriba entre los 4,500 y 4,600 millones de años.<sup>295</sup> El intento por precisar con mayor rigor la existencia de este mundo, responde, entre otras cosas, a la preocupación por explicar su origen, proceso de evolución, composición y dinámica. La importancia de estos estudios radica en el conocimiento de las ventajas y desventajas que tiene o puede tener la humanidad sobre la naturaleza al margen de la lectura del comportamiento terráqueo. Desde luego, las tesis sobre la temporalidad y otros aspectos geológicos, aún se presume finita e inacabada.<sup>296</sup>

La ciencia geológica ha demostrado que la “Tierra no es un cuerpo estático, sino que continuamente está sujeta a cambios, tanto en su superficie como a niveles más profundos”.<sup>297</sup> Lo que expone la relevancia del papel geológico para el devenir de la humanidad. Puesto que la Tierra también comparte la ecuación: nacer, crecer y morir. Mientras este planeta siga existiendo, y desde luego, la vida humana, la geología seguirá siendo una ciencia con novedosos descubrimientos.<sup>298</sup> A finales del siglo XIX y principios

---

<sup>295</sup> Esta aproximación temporal se debe al geoquímico estadounidense Claire Patterson (1922-1995), quien hacia 1953-1956 perfeccionó su método y concluyó que la edad de la Tierra gravitaba en los 4,550 millones de años (70 millones de años más o menos, respecto a dicha datación). Jesús Duque Macías, “La edad de la Tierra: evolución cronológica de una controversia en referencia a sus principales protagonistas”, en: *Enseñanzas de las Ciencias de la Tierra*, 10.2, 2002, pp. 151-161; Reed Wicander y James S. Monroe, *Fundamentos de geología*, México, Thomson, 2000, pp. 5-7; F. G. H. Blyth y M. H. de Freitas, *Geología para ingenieros*, México, CECSA, 2000, p. 27; Ricardo Vega Granillo, “El tiempo de la Tierra”, en: *Revista Universidad de Sonora*, México, Universidad de Sonora, núm. 21, abril-junio 2008, p. 7; Antígona Segura, “La Tierra vista como exoplaneta”, en: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, vol. 27, núm. 2, 2010, p. 377. En lo que va del siglo XXI se ha deducido que la antigüedad de la Tierra es de 4,467 millones de años. Esto, según las investigaciones encabezadas por el Dr. John F. Rudge del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Cambridge. BBC Ciencia, “La Tierra es más joven de lo que se pensaba”, en: *BBC News*, 12 de julio de 2010 [en línea] fecha de consulta: 20 de julio de 2018 ([https://www.bbc.com/mundo/ciencia\\_tecnologia/2010/07/100712\\_tierra\\_joven\\_men](https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2010/07/100712_tierra_joven_men)) [prensa].

<sup>296</sup> En el terreno de la ciencia, los paradigmas con que se trabajan en cierto espacio-tiempo suelen tener su fecha de caducidad al enfrentarse a una realidad o problemática que los rebasa, hasta que surge una nueva fórmula que anestesia aquella inquietud del hombre. Ello explica porque cada cierto tiempo surgen nuevas teorías en el campo de la ciencia. Ferreira, 2001: 106-107. El progreso de la geología la ha llevado a convergir con otras disciplinas científicas, tales como: Astronomía, Biología, Química y Física. Y en sí misma, la ciencia geológica ha adquirido una especialización rigurosa sobre el escrutinio terráqueo.

<sup>297</sup> Blyth y de Freitas, 2000: 11.

<sup>298</sup> Nicolas Galán Sánchez, “La Tierra es un ser vivo e inteligente”, en: *EL PAÍS: el periódico global*, Zaragoza, España, 09 mayo de 1997; Blyth y de Freitas, 2000: 11; Wicander y Monroe, 2000: 5.

del siglo XX, la geología no contaba con el volumen de estudios en comparación con los de ahora goza.<sup>299</sup> De este modo, la intensa actividad geológica entre siglos (XIX y XX), generada por nuestra trilogía en estudio manifiesta de las múltiples aristas científicas y aplicaciones del quehacer geológico en beneficio de distintos campos de acción.

En este sentido, en el tercer capítulo abordamos (desde un enfoque múltiple) diversos escenarios de acción en los que intervinieron los geólogos en cuestión, a fin de establecer el cierre a la investigación en términos de las aportaciones que hicieron a la ciencia en México. De este modo, articulamos cuatro apartados: en el primero, exponemos dos hechos sobresalientes según la historiografía, pero que no se han considera como parte del proceso de la *edad heroica de la geología mexicana*: el descubrimiento petrolero de Ordóñez en 1904 y la fundación de la Sociedad Geológica Mexicana (1904). En el segundo, examinamos cuatro obras geológico-científicas que contribuyeron en la resolución de algunas problemáticas de incumbencia nacional, aunque la última, resulta ser más una orientadora asistida que una obra como tal, pero que en la historia de la geología no hay registro: 1) la investigación sismológica de Aguilera, 2) el estudio petrográfico del Sol Azteca por Ordóñez, 3) los estudios hidrológicos y geológicos por José Guadalupe y Ezequiel bajo dirección del Sr. Antonio, 4) la asesoría geológica brindada por Ordóñez al famoso Aleister Crowley y al escalador Oscar Eckenstein. En el tercer apartado, analizamos una reseña de Aguilera como un objeto de estudio sobre su perspectiva científica respecto al desarrollo de la geología en México.

Finalmente, en la última sección de este capítulo, empleamos la óptica de Parsons, North y Braudel para intentar matizar la trascendencia de la obra geológico-científica de los tres actores en estudio. Esto con el objetivo de vislumbrar lo que no se ha trabajado por otros autores en función de nuestro enfoque de estudio. Además, proponemos una esquematización espacio-temporal más amplia para la *edad heroica de la geología mexicana*, la cual tuvo como finalidad concretar a la geología mexicana como ciencia moderna. Sobre esta lógica cerramos el capitulado de esta investigación.

Las interrogantes que orientas este capítulo son: ¿cuál fue la relevancia del descubrimiento petrolero de Ordóñez en 1904 para industria extractiva en México? ¿qué significó la fundación de la Sociedad Geológica Mexicana para la ciencia geológica

---

<sup>299</sup> González, 2004: 123-136.

nacional? ¿qué otros ámbitos de impacto geológico-científico demostraron ser síntomas de la modernidad geológicas mexicana? Y, finalmente ¿cuál fue la trascendencia de las contribuciones del quehacer geológicos de Del Castillo, Aguilera y Ordoñez a la ciencia mexicana?

## **1. DOS ACONTECIMIENTOS HISTÓRICO-GEOLÓGICOS DESTACADOS EN EL ALBOR DEL SIGLO XX**

La historiografía distingue por lo menos tres acontecimientos importantes para el progreso de la geología mexicana a principios del siglo XX: el descubrimiento del pozo petrolero La Pez (1904), la fundación de la Sociedad Geológica Mexicana (1904) y el X° Congreso Geológico Internacional (1906) celebrado en México.<sup>300</sup> En este apartado nos ocuparemos solamente de los dos primeros referidos, puesto que la edición del X° Congreso Geológico ya la abordamos en el capítulo anterior. Abordaremos primero el hallazgo de petróleo por E. Ordoñez y, después, aludiremos la iniciativa y liderazgo de J. G. Aguilera en la constitución de la Sociedad Geológica.

A partir de la concreción de *edad heroica de la geología mexicana*, el rubro minero se verá más nutrido por las aportaciones de los geólogos mexicanos, pues al estudiar, ubicar y clasificar de manera racional el territorio nacional, se tenían a la mano las probables y nuevas zonas económicas del país. Combinado con las exigencias externas del mercado internacional de minerales, la nueva legislación, el flujo de capitales y un conocimiento geológico más completo, la minería mexicana se diversificó tanto regionalmente, como en las prioridades de extracción mineral ajenas a los metales preciosos. Ahora, encaminada la demanda internacional hacia metales de uso industrial y a la recién explotación petrolera en el mundo, se gestó un proceso profundo de transformación de la industria extractiva de México. En este sentido, es por ello que el quehacer geológico de la trilogía en estudio representa o debería representar para la historia económica del Porfiriato una notable contribución.

Estas conjeturas se deducen después de analizar la obra científica de estos personajes, actores intelectuales que formaron parte destacada del engranaje del Porfiriato. Recuérdese

---

<sup>300</sup> Morán y Lomnitz, 2000.

que los temas de fomento económico del país se atendían en la Secretaria de Fomento, Colonización e Industria, en la cual, algunos de sus directores tuvieron estrecho acercamiento con los geólogos en cuestión, particularmente con Del Castillo, quien fue respaldado en 1888 en la formación del Instituto Geológico por el Carlos Pacheco, entonces ministro de Fomento, amigo y compadre de este geólogo<sup>301</sup> y más adelante, estarían respaldando desde la misma trinchera al director sucesor del Instituto Geológico. Desde luego que el auge económico del régimen porfiriano responde a múltiples factores y variables, pero dentro de este abanico se encuentra el quehacer del geólogo, protagonista del desarrollo de México en aquel tiempo. En este contexto, la minería mexicana amplió su campo de explotación regional y diversificó su arsenal de explotación, una de las industrias más importante surgidas en la segunda mitad del siglo XIX, fue la petrolera, aquí, también dejaron huella los geólogos en estudio.

En México, la industria petrolera se consolidó paulatinamente durante el régimen porfiriano. La geología tuvo un importante papel en la detección y desarrollo de la producción petrolífera, empresa que surgió en la segunda mitad del siglo XIX. La primera perforación petrolera data de 1859 y fue realizada por Edwin Drake (1819-1880) en Pensilvania, Estados Unidos. Mientras que la historia del petróleo en México se remonta al año de 1863, cuando se comenzaron a hacer perforaciones en chapopoterías del estado de Tabasco, sin embargo, la pesquisa del petróleo en México no fue exitosa en su génesis, ya que hasta el momento no tenía potencial comercial. Para la década de 1880 las exploraciones fueron más rigurosas, para entonces los norteamericanos e ingleses lideraban dicho rubro.<sup>302</sup> En 1883, Simón Sarlat Nova gobernador de Tabasco emprendió exploraciones petroleras, logrando adquirir muestras de alta calidad, equiparable al producido en Pensilvania, motivado por ello, Sarlat emprendió una inversión de un millón de pesos, empero, la volatilidad del precio en el mercado internacional llevó al fracaso la compañía del gobernador.<sup>303</sup>

En un primer momento hubo mucha incertidumbre sobre la factibilidad del potencial comercial del petróleo mexicano. Para finales del siglo XIX, uno de los extranjeros pioneros en la explotación petrolera fue un prominente hombre de negocios de origen británico, quien

---

<sup>301</sup> Morelos, 2014: 137.

<sup>302</sup> Lorenzo Meyer, *México y los Estados Unidos en el conflicto petrolero 1917-1942*, México, El Colegio de México, 1981, p. 13.

<sup>303</sup> Jesús Silva Herzog, *La epopeya del petróleo en México*, México, Cámara de Diputados LXII Legislatura, 2014, pp. 27-28.

estaba al frente de una compañía contratista de obra pública en México. El empresario anglosajón invirtió en el embrionario sector petrolero, pues “el interés de W. D. Pearson en el petróleo mexicano nació antes del fin del siglo cuando, al visitar el istmo de Tehuantepec para inspeccionar el ferrocarril, vio brotar los charcos de chapopote. En 1899, el mismo año en que se formalizó el contrato del Ferrocarril de Tehuantepec, tomó la decisión de invertir seriamente en el sector. Según su biógrafo, esto sucedió cuando Pearson perdió su conexión de tren y pasó nueve horas en Laredo, donde se contagió de la emoción especulativa motivada por los primeros brotes del petróleo tejano. En ese momento telegrafió instrucciones al encargado de obrar en Veracruz para que comprara todas las opciones de terrenos en el istmo de Tehuantepec”.<sup>304</sup> Sin embargo, para ese periodo aún no se concertaba en México una explotación tan rentable y/o voluminosa de petróleo, sino hasta la primera década del siglo XX.

Las ciencias de la Tierras fueron un agente elemental en el gobierno del régimen porfirista, con ellas se mostraba que México era un país con riqueza, cultura y un potencial centro de inversión, para ello, se aprovechó la participación de México en las ferias internacionales de ciencia de orden internacional, como lo fue la Feria Internacional de París, celebrada en 1889, donde dicho tipo de “eventos significaban una oportunidad para que Porfirio Díaz mostrara que México era un país civilizado y con aspiraciones progresistas, en el que era deseable invertir, por lo que en general fueron un factor que impulsó el desarrollo científico”.<sup>305</sup> Así la relación ciencia y Estado se consolidaba aún más durante las últimas dos décadas del siglo XIX y tomaban impulso hacia las primeras del siglo XX.

En 1901, mientras se promulgaba una Ley Petrolera, el gobierno del General Porfirio Díaz a través de los ministros de Hacienda y Promoción, José Yvez Limantour y Manuel Fernández Leal ordenó al Instituto Geológico formar una Comisión Geológica que se encargará de la evaluación del potencial petrolero de México. La cual se integró por los geólogos Ezequiel Ordóñez y Juan de Dios Villarello, de estos, Ordóñez fue designado como

---

<sup>304</sup> Priscilla Connolly, “S. Pearson & Son: Contratista de obras públicas”, en: Carlos Marichal y Mario Cerutti (compiladores), *Historia de las grandes empresas en México, 1850-1930*, México, Universidad Autónoma de Nuevo León, Fondo de Cultura Económica, 1997, pp. 111-112.

<sup>305</sup> Consuelo Cuevas Cardona, “Historia de los estudios paleontológicos (1841-1975)”, en: Katia Adriana González Rodríguez, Consuelo Cuevas Cardona y Jesús Martín Castillo Carón (editores), *Los fósiles del estado de Hidalgo*, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2009, p. 21.

jefe de la Comisión.<sup>306</sup> Un año más tarde, en 1902, se emiten dos resultados producto de la Evaluación del Potencial Petrolero en México, de los cuales uno da un resultado favorable y otro negativo. El de Ordóñez se manifestaba como positivo para la explotación petrolera. Según Jorge Ezequiel Ordóñez Cortés “Como consecuencia de las discusiones derivadas del desacuerdo, y en vista de que al informe negativo se le concedió erróneamente más crédito que al suyo, Ordóñez decide renunciar a su puesto en el Instituto Geológico de México. Casi un año después, acepta una posición como Gerente de Exploración con la Mexican Petroleum Company de Edward L. Doheny, de Los Ángeles, California”.<sup>307</sup>

En las tareas de prospección del subsuelo se basaron en la geología estratigráfica, la cual les permitió el éxito en el estudio de la naciente industria petrolera en México. Gracias a los servicios desarrollados en 1904, por el geólogo Ezequiel Ordoñez, quien hizo el descubrimiento exitoso del primer pozo comercial (el 3 de abril de ese año), denominado como “Pozo núm. 1” La Pez, compañía que desarrolló el empresario Edward L. Doheny (1856-1935), dicho yacimiento producía 1, 500 barriles por día, mientras la profundidad del pozo estribaba en los 500 metros.<sup>308</sup> A partir de este relevante hallazgo impulsado por el Instituto Geológico de México, el Estado mexicano continuó reafirmando su política de atracción de inversiones; además de que la industria petrolera en México va tener un repunte más allá del gobierno del general Porfirio Díaz, ya su mejor momento se daría en el periodo de la Revolución Mexicana.<sup>309</sup>

Paul Garner refiere que la minería creció un 7 por ciento en el régimen porfiriano. Mientras que los números que registra la producción petrolera en México hacia 1901 ascendían a 8,000 barriles y para el año de 1910 habían alcanzado el incremento a 8, 000,000 de barriles.<sup>310</sup> En otras mediciones, se señala que “La producción total anual de petróleo en México es solamente de 18, 000 barriles en el año [de 1901]; este se obtiene por destilación de brea minada en canteras”.<sup>311</sup> A pesar de las diferencias de los autores, lo que es innegable

---

<sup>306</sup> Jorge Ezequiel Ordóñez Cortés, “Cronología minera mexicana”, en: Kenneth F. Clark, Guillermo A. Salas Pizá y Rodolfo Cubillas Estrada (editores), *Geología Económica de México*, Servicio Geológico Mexicano, Asociación de ingenieros de minas Metalurgistas y Geólogos de México, 2009, p. 18.

<sup>307</sup> *Ibid.*

<sup>308</sup> Morelos, 2015: 153; Ordóñez, 2009: 18-19.

<sup>309</sup> Uthoff, 2010: 9.

<sup>310</sup> Garner, 2003: 165.

<sup>311</sup> Ordóñez, 2009: 18.

fue el aumento en la producción entre 1901 y 1910. De este parámetro de producción ¿qué tanto impacto tuvo el hallazgo del geólogo Ezequiel Ordóñez? Por ahora podemos decir que la eficiencia de sus conocimientos y práctica científica le valieron para concretar un notable descubrimiento.

El hallazgo de Ordóñez aún debe ser estudiado más a fondo, con el objetivo de dimensionar el impacto en términos de la derrama económica para la nación a partir de los empresarios que explotaron el líquido fósil. Si bien anteriormente ya se habían descubierto pozos petroleros, no se había corrido con el mismo éxito, debido a diversos factores, como lo fue la volatilidad del precio. Podemos hasta aquí decir, que la obra científica de estos actores resulta interesante, en la medida que se penetre en el estudio de las secuelas de las contribuciones geológicas, analizarlas a luz de la tesis de Burke, sobre los intereses de la nación del quehacer geológico de estos actores intelectuales y científicos.<sup>312</sup>

Para los años de la Revolución Mexicana (1910-1920), el sector minero de la región central se vio mermado por la inseguridad en la locomoción sobre las vías férreas, debido a que las fuerzas revolucionarias de Pancho Villa, Álvaro Obregón y demás caudillos, comenzaron a generar caos en los tránsitos del ferrocarril, afectando centros productivos como las haciendas y actividades ligadas al comercio nacional. Sin embargo, es probable que además del contrabando de armas, el sector petrolero fuera la única industria con prosperidad económica, ya que sus centros de producción se ubicaban marginalmente de la geografía revolucionaria, tal es el caso de la zona veracruzana que contaba con algunos de los yacimientos más abundantes del país, sobre la franja del Golfo a 80 kilómetros tierra adentro.<sup>313</sup> Factor clave para no ser alterada por el movimiento revolucionario.

Mientras la producción y ganancias por el petróleo entre 1910 y 1920, la minería se vio afectada por el desenvolvimiento de la Revolución, afectando una de las zonas mineras más pujantes desarrolladas durante el Porfiriato. Dicha región fue la del Norte del país, donde se protagonizó gran parte de la sublevación. Ocurrieron desde los saqueos de las fuerzas

---

<sup>312</sup> Burke, 2002: 39-61.

<sup>313</sup> Jonathan C. Brown, “Empresa y política: cómo y por qué se nacionalizó la industria petrolera”, en: Carlos Marichal y Mario Cerutti (compiladores), *Historia de las grandes empresas en México 1850-1930*, México, Universidad Autónoma de Nuevo León / Fondo de Cultura Económica, 1997, p. 317.

revolucionarias de Villa en los primeros años de guerra, hasta la enconada lucha entre grupos que buscaban el control nacional en los últimos años de la década de contienda.<sup>314</sup>

**Tabla 17.** *Estimación de inversiones extranjeras en petróleo: 1911.*

País	Divisa	Pesos	%
<b>Gran Bretaña y Canadá</b>	£ 5, 720 000	57, 200 000	55.0
<b>Estados Unidos</b>	Dls. 20, 000 000	40, 000 000	38.5
<b>Francia</b>	£ 680, 000	6, 800 000	6.5
		104, 00 000	

Fuente: Luis Nocolau D’Olwer, “Las inversiones extranjeras”, en: Daniel Cosío Villegas (editor), *Historia Moderna de México. El Porfiriato. La vida económica*, México, Hermes, Tomo II, Vol. VII, 1993, p. 1129.

El éxito de los estudios geológicos emprendidos por Ordóñez, en materia petrolera, no se remiten exclusivamente al hallazgo de abril de 1904 en San Luis Potosí, pues años más tarde “se le atribuye el descubrimiento de los primeros yacimientos de petróleo dentro del estado de Veracruz. Fueron varios pozos localizados bajo su asesoría, dentro de los cuales destaca el mundialmente conocido Pozo número 4 de Cerro Azul, perforado en el año de 1916 y cuya producción se estimó en 260,000 barriles diarios.”<sup>315</sup> Cuestión que se sumó a su exitosa carrera como geólogo y que terminó por confinarlo como el creador de la geología petrolera mexicana.

En esta dinámica ¿cómo diversificó a la minería mexicana? desde la época de la Nueva España y a lo largo del siglo XIX, México figuró por ser un explotador importante de metales preciosos, con mayor énfasis en la producción de plata. Los centros mineros más pujantes de estos metales nobles se centraban mayormente en la región centro del país. Con el repunte de los metales de uso industrial la minería mexicana se amplió a regiones ubicadas al norte del país. Con el auge del petróleo, surgieron otras zonas económicas principalmente hacia el sur del país. Con ello se activaba una nueva región extractiva que la geología mexicana fue capaz de vislumbrar.

En este contexto, la geología moderna mexicana fue en gran parte artífice de este nuevo auge minero enfocado en la explotación del petróleo. Ezequiel Ordóñez, hombre de

<sup>314</sup> Linda B. Hall, Don M. Coerver, “La frontera y las minas en la Revolución Mexicana (1910-1920), en: *Historia Mexicana*, México, El Colegio de México, vol. 32. No. 3, (127), enero-marzo 1983, p. 389.

<sup>315</sup> Sergio R. Rodríguez Elizarrarás y Wendy V. Morales Barrera, *Geología*, p. 49. [en línea] (<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/9648/02GEOLOGIA.pdf;jsessionid=BE67C7D15866DC82BEA67D2C78786768?sequence=1>) (consulta: abril 2019)

mucha pericia y olfato científico, logró demostrar el potencial petrolero de un hallazgo que marcó la historia tanto para la historia geológica de México, como para la historia del petróleo y por supuesto, económica. Esta aportación geológico-científica coadyuvó considerablemente en la transformación de la producción minera de otras regiones y a su vez, diversificó su gama de productos. Esto confirmaría que la geología fue la base científica de la industria minera, y a su vez, esta contribución fue un síntoma fidedigno de la geología moderna mexicana.

El otro hecho sobresaliente de la geología mexicana en los albores del siglo XIX, fue la formación de la Sociedad Geológica Mexicana (SGM), la cual zarpó el 1 de junio de 1904 con José Guadalupe Aguilera como su primer presidente. La fundación de esta nueva organización, significó otro peldaño en el progreso de la ciencia geológica del país.<sup>316</sup> En las primeras tres páginas de la primera edición (1904-1905) del *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, se consigna la iniciativa del Sr. Aguilera por formar una Sociedad “con objeto de reunir á todas aquellas personas que tuvieran interés por los estudios geológicos”. Convencido de la necesidad por “estimular las investigaciones geológicas”, el entonces director del Instituto Geológico de México (IGM), lanzó una circular a principios de 1904 en la que exponía la razón de ser de dicha Sociedad, y en la cual se estipulan los ejes en que se orientaría:

- 1). La geología es la base científica de las industrias minera y agrícola.
- 2). Inclusión de los trabajos de prospección geológica de los aficionados, a fin de cubrir una mayor extensión territorial en beneficio de la geología mexicana.
- 3). La Sociedad publicara un Boletín que reclute noticias, observaciones geológicas, artículos, etc. Incluyendo las publicaciones en el extranjero que refieran a la geología de México.
- 4). La Sociedad debe integrarse por miembros de toda la República Mexicana.

La visión manifiesta en estos puntos nos permite avizorar un estadio de progreso de la ciencia geológica en nuestro país, si bien el IGM realizaba múltiples estudios y tareas geológicas por encargo de la Secretaria de Fomento, para el geólogo José Guadalupe no es

---

<sup>316</sup> Rubinovich et al, 1991: 11; González, 2004: 125-126.

suficiente para el desarrollo de la disciplina en cuestión, y por ello, se propuso incluir a los aficionados de la geología, para ampliar su margen de prospección en todo México. A decir de Uribe Salas, “José Guadalupe Aguilera, ya al frente del IGN, se dedicó a promover reuniones privadas y públicas con la idea de formar una agrupación especializada en estudios geológicos que coordinase el trabajo disperso de amateurs y profesionales, y que al mismo tiempo sirviese de interlocutor con el gobierno y las sociedades científicas dedicadas al fomento de la geología”.<sup>317</sup>

Una vez que se llegó el momento de la inauguración de la nueva Sociedad, su presidente dio la bienvenidas a los socios, de la cual, sólo referirnos un fragmento:

La manera como todos nuestros colegas han respondido á la invitación que se les ha hecho para constituir esta Sociedad, es la prueba más elocuente de que el momento escogido ha sido oportuno; de que se hacía necesaria ya la creación de la Sociedad y que sólo faltaba una iniciativa, cualquiera que fuese su procedencia.

En la inmensa extensión del territorio de la República encuéntranse [*sic*] diseminados modestos aficionados que, aislados, desconfían del éxito de sus trabajos; que no tienen á quien consultar los temas difíciles que caen entre sus manos. En lo de adelante, estoy seguro, podrán resolverlos con facilidad, solicitando la cooperación desinteresada de aquellos de sus consocios más directamente consagrados á la rama de estudio á que pertenezca el tema en cuestión.

El Instituto Geológico Nacional, por mi conducto, da hospitalidad en su edificio, á la naciente Sociedad Geológica Mexicana, á la cual me complazco en desear: vida, progreso y prosperidad.<sup>318</sup>

En este fragmento podemos apreciar la visión que tuvo el presidente en la creación de la Sociedad, pues aprovechó el contexto, digamos, ideal para su formación. La realización de este proyecto, se comprende como una de las obra-acto unidad más significativas en la trayectoria profesional de Aguilera, su posición científica y política le valieron para concretar dicha idea de la SGM, es decir, su influencia le permitió, en poco tiempo, organizar, desarrollar y poner en marcha la naciente organización.

De esto modo, ponía un peldaño más en la concreción de la geología moderna en México, pues la aspiración de este geólogo se encamina al progreso de la disciplina, de aquí, que debamos considerar a la SGM como una de las contribuciones más memorables para la historia de la ciencia mexicana en el albor del siglo XX. La experiencia obtenida por su

---

<sup>317</sup> Uribe, 2015: 118.

<sup>318</sup> José G. Aguilera “Bienvenida”, en: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, tomo I, julio-diciembre 1904, México, Sociedad Geológica Mexicana, 1905, p. 13

mentor, su relación con las comunidades científicas nacionales e internacionales, las necesidades y áreas de oportunidad que vislumbró Aguilera, fue lo que le orientó en la idealización de esta Sociedad. También, pudo haber sido influencia de la tradición de asociacionismo científico del siglo XIX (véase tabla 2 en Anexos capítulo III).

**Tabla 18.** *Primera junta directiva de la SGM*

<b>Función</b>	<b>Nombre</b>	<b>Periodo</b>
Presidente	José G. Aguilera	1905-1906
Vicepresidente	Joaquín M. Ramos	1905
Secretario	Ezequiel Ordóñez	1905-1906
Prosecretario	Rafael Aguilar Santillán	1905
Tesorero	Juan D. Villarello	1905-1906
Vocal	José C. Haro	1905-1906
Vocal	Agustín M. Lazo	1905
Vocal	Carlos Scllerier	1905-1906
Vocal	Maximino Alcalá	1905

Fuente: Uribe, 2015: 123.

¿Qué tiene que ver la fundación de la SGM con la *edad heroica de la geología mexicana*? De hecho, bastante. De entrada, que su autor intelectual y material, es considerado como uno de los protagonistas de la geología moderna en México, en particular, según nuestra tesis, de la fase de concreción de dicho proceso. En ese sentido, la influencia que Aguilera tenía como director del IGM le sirvió de plataforma científica y organizacional para concretar la formación de la SGM. Por ello no debemos desvincular la relevancia institucional que tuvo IGM en el cierre de la *edad heroica de la geología mexicana*. Y, por otra parte, esta iniciativa responde al nivel de madurez científica y profesional que refleja el Sr. José Guadalupe, al ver el potencial que tendría una organización de esta naturaleza con base en lo estipulado en los ejes que señalamos anteriormente.

## **2. OTRAS APORTACIONES DEL PROGRESO DE LA GEOLOGÍA MEXICANA**

Si pensamos en la analogía que empleó Parsons sobre la mecánica clásica, diríamos que las partículas que componen a la materia contienen en menor escala los mismos elementos que la integran en su totalidad. Entonces, al tomar la muestra sólo en algunas partículas es muy probable que podamos vislumbrar, en lo micro, la estructura y naturaleza de la materia que estamos examinando. En esa misma lógica, la materia que tenemos en observación es la obra geológico-científica de una trilogía profesional, toda vez, que su obra (en general) se

constituye por múltiples obras concebidas como partículas. Si bien, ya hicimos referencia de las obras más insignes de esta tríada, ahora exploraremos en un campo de acción científica que no ha sido tan estudiado por los historiadores de la geología. Por supuesto, nuestros actores cuentan con una vasta obra, empero, utilizando la dinámica de las partículas, sólo referiremos algunos estudios y tareas que desempeñaron dichos personajes a fin de exponer otros síntomas de la geología moderna mexicana.

Uno de los episodios que deben inscribirse como trascendentes en el quehacer científico de los hombres en estudio, es el utilitarismo geológico emprendido por estos actores. Stuart Mill apunta que el quehacer del hombre debe ir encaminado hacia el bien de la sociedad, haciendo manifiesto el progreso del hombre, “a un fin útil y elevado”.<sup>319</sup> En este sentido, dada la naturaleza de los casos que en seguida se citan, en particular, sobre intervenciones de José Guadalupe Aguilera y Ezequiel Ordóñez, además de contener un valor y “un fin útil y elevado” —en palabras de Mill—.

En el primer caso tenemos una investigación sismológica de finales del siglo XIX emprendida por uno de nuestros profesionales en estudio. En este sentido, me parece pertinente e importante reflexionar acerca de lo que planteó el filósofo británico W. H. Walsh en su *Introducción a la filosofía de la historia*, el cual refiere “que la historia registra no simplemente lo que hicieron y sufrieron seres humanos, sino también un número considerable de acontecimientos *naturales* del pasado: terremotos, inundaciones, sequías y cosas análogas”.<sup>320</sup> Aunque esta cuestión la dispone en función del quehacer del historiador, vemos que, esta constante no es ajena al proceder de cualquier científico en general, pues a partir de ciertos desastres naturales que han generado malestar a la humanidad, el hombre ha buscado la manera de sortear dichas desventuras a través de respuestas racionales.

En esa lógica, hoy sabemos que el origen de los temblores se debe a los movimientos relativos de las placas tectónicas, pues estas son arrastradas por corrientes magmáticas e impulsadas por la nueva corteza.<sup>321</sup> Hacia el año 2009, un estudio realizado por un grupo de especialistas de distintas instituciones reveló la magnitud aproximada del sismo de Sonora

---

<sup>319</sup> Mill, 2007: 29.

<sup>320</sup> Walsh, 1989: 30.

<sup>321</sup> Emilio Rosenblueth, “Sismos y sismicidad en México”, en: Emilio Rusenblueth *et al*, *Macrosismos. Aspectos físicos, sociales, económicos y políticos*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social 1992, p. 2.

en 1887. Con base en la implementación de tecnología de punta y con el apoyo de la Red Sísmica de Noreste de Sonora (RESNES), se determinó que aquel temblor ocurrido antaño, generó el rompimiento de fallas geológicas, las cuales, propiciaron tiempo después una serie de réplicas de larga duración.<sup>322</sup> Sobre el mismo fenómeno, el geólogo César Jacques refiere que el sismo de aquel año, se originó “en la región nororiental y oriental de Sonora con una magnitud estimada de 7.4 Mw. Este sismo fue provocado por un desplazamiento vertical de la falla llamada Pitáycachi, con epicentro, más o menos, a unos 67 km al suroeste de Agua Prieta (1887, 1888). Estudios recientes permiten conocer las características de las fallas principales que han tenido sismicidad de diferentes magnitudes, sin llegar a igualar a la falla citada”.<sup>323</sup>

Quién imaginaría que este fenómeno geológico se estudiaría con mayor desarrollo científico y tecnológico a más de cien años de su origen, y que, el profesional que más se aproximó a su temprano estudio había sido el geólogo José G. Aguilera. La historia registra que el 3 de mayo de 1887 Sonora sufrió un fuerte terremoto, ante tal fenómeno geológico, la Comisión Científica de Sonora requirió de los servicios del citado científico. El móvil principal de su intervención en Sonora era el temblor, para lo cual requirió de la elaboración de una cartografía geológica de la región afectada, la cual se estudiaría como parte del itinerario planeado.<sup>324</sup> En este sentido, podemos observar que el quehacer geológico de Aguilera había trascendido el ámbito de estudio de los distritos mineros. Ahora se perfilaba en dos nuevas encomiendas, el estudio sísmico y, de paso, en la cartografía geológica. De esta forma, la investigación emprendida por Aguilera en aquel año, se considera como “el primer trabajo científico realizado en México acerca de los fenómenos sísmicos”.<sup>325</sup>

En esta ocasión, se le presentaba un escenario distinto donde la geología demandaba ser aplicada en beneplácito de una noble causa como lo fue el desafortunado temblor vivido por los sonorenses de aquella época. El geólogo sueco Max Suter, señala que el arribo de Aguilera se dio el 1 de julio de 1887, y la prospección científica marcada por el itinerario

---

<sup>322</sup> Raúl Castro Escamilla *et al.*, “La larga duración de la serie de réplicas del sismo de Sonora del 3 de mayo (MV 7.5) en la provincia de cuencas y cordilleras de México”, en: *Revista Geos*, vol. 29, núm. 1, noviembre 2009, p. 104.

<sup>323</sup> César Jacques Ayala, “Origen de la sismicidad en el Noroeste de México: parte 2, Nororiental de Sonora”, en: *Nuestra Tierra. Órgano de divulgación de la Estación Regional del Noroeste*, Hermosillo, Sonora, Universidad Nacional Autónoma de México, núm. 31, junio 2019, pp. 16-17.

<sup>324</sup> Suter, 2007: 2.

<sup>325</sup> Rubinovich *et al.* 1991: 23.

abarcó una longitud de 750 km.<sup>326</sup> Durante dicho recorrido, Aguilera también se dedicó al análisis del suelo sonoreño para determinar factores y secuelas que dejó el terremoto, pues el pueblo de Bavispe, Sonora, fue destruido.<sup>327</sup> Este evento, nos llevaría a constatar lo expuesto por Walsh sobre la trascendencia (en este caso) de los fenómenos geológicos en la vida humana.<sup>328</sup> La configuración de un croquis topográfico y otro geológico sirvieron de base para evaluar de forma más precisa las secuelas del sismo.<sup>329</sup> En ese sentido, Aguilera elaboró el mapa en escala 1: 1, 000, 000 y según esto, cubría una superficie de 20, 000 km<sup>2</sup> (espacio que al parecer distó de lo previsto en el itinerario) y al cual se le agregó colores, según la temporalidad geológica de la época.<sup>330</sup>

En cuanto al tema de la cartografía geológica ya la hemos referido en el capítulo anterior, sin embargo, una cuestión que nos parece pertinente exponer es ¿de qué parámetros científicos o técnicos se valió Aguilera en la evaluación sísmica de aquel lugar? ¿cuánto había de avance en los estudios sismológicos hacia la segunda mitad del siglo XIX? Si bien, esto lo expuso Aguilera (1888) en su informe “Estudios de los fenómenos seísmicos [*sic*] del 3 de mayo de 1887”, es importante considerar el contexto histórico de la sismología decimonónica, con la finalidad de darnos una idea de cómo pudo haber realizado sus estudios sísmicos el citado hombre de ciencia.

El cultivo y desarrollo científico de la Sismología en el siglo XIX, aún se presume como empírico y poco sistemático. Sin embargo, la discusión teórica más relevante sobre los fenómenos sísmicos de la segunda mitad del siglo XIX, es la del ingeniero irlandés Robert Mallet (1810-1881), considerado como uno de los padres de la sismología moderna. Realizó estudios sobre el terremoto de Nápoles, Italia en 1857, luego de ello, publicó los resultados de su investigación, la cual es catalogada como una de las primeras con rigor científico para la época. El campo que cultivó Mallet se remitió a la sismología observacional, sus parámetros se basaron en el estudio del efecto de las explosiones generadas en el ánima de los cañones, cuestión que replicó en la investigación sísmica. De aquí Mallet acuñó el término “foco” sísmico, que refiere como el origen del terremoto, es decir, es el punto de irradiación

---

<sup>326</sup> Suter, 2007: 2.

<sup>327</sup> Rubinovich *et al.* 1991: 23.

<sup>328</sup> Walsh, 1989: 30.

<sup>329</sup> Rubinovich *et al.* 1991: 23.

<sup>330</sup> Suter, 2007: 2.

de la energía explosiva. En ese sentido, su tesis parte de que el hipocentro proyecta la energía hacia la superficie terrestre, a esa proyección llama epicentro. En cuanto a la instrumentación técnica empleada en los estudios sísmicos en occidente, no encontramos referencia hasta 1889, cuando R. Paschwitz diseñó un sismógrafo telesísmico en Potsdam, Alemania.<sup>331</sup> Esta última, desde luego, que no pudo haber sido empleada por Aguilera, ya que se desarrolló dos años después de su prospección en Sonora.

A la obra de Mallet, le siguió el geólogo alemán Karl von Seebach (1839-1880), señalando que la propagación del movimiento sísmico corre en todas direcciones con la misma velocidad. Dicha teoría contribuyó en la formulación y aplicación de las líneas isosistas. Por otra parte, el geólogo austriaco Eduard Suess (1831-1914), contradujo a Mallet, e indica que los epicentros pueden guiarse por los accidentes geográficos y lo señaló como líneas de choque. Asimismo, dijo que estos fenómenos se debían al hundimiento de la Tierra, su hipótesis fue bien recibida en la comunidad científica de la época.<sup>332</sup> Mientras que el geólogo estructural norteamericano Clarence Edward Dutton (1841-1912), había estudiado el terremoto de Charlestone, Estados Unidos en 1886.<sup>333</sup> En 1892, Dutton denominó la

---

<sup>331</sup> Hay un hecho que marcó el desarrollo de las investigaciones sísmicas, y ocurrió el 1 de noviembre de 1755, Lisboa, Portugal, sufriendo notables daños causados por un fuerte terremoto. La magnitud y efectos físicos emanados por este fenómeno atrajo el interés científico por el estudio de las causas sísmicas. A partir de este episodio se concibe el inicio de la sismología moderna. Con el objetivo de intentar responder ante las inclemencias de los temblores, de las primeras teorías que surgieron a mediados del siglo XVIII se encuentran la del Enciclopedista William Stukeley (1687-1765), que pensaba que el origen de los terremotos debía a la electricidad telúrica y magnética contenida en la tierra. En 1760 John Mitchell, publicó la primera Memoria sobre temblores. Hacia la primera mitad del siglo XIX, en 1835, el químico francés Jean-Baptiste Boussingault (1801-1887) refirió la desconexión entre los volcanes y los sismos a raíz de una investigación efectuada en la cordillera de los Andes. En 1843, Perrey organizó un servicio de información sísmica que sirvió para la elaboración de catálogos sísmicos. En 1844, el naturalista Alexander von Humboldt (1769-1859) estableció una función reguladora de los gases interiores a través de los volcanes. Luego, Volger planteaba que la Tierra estaba dividida por dislocaciones, en compartimentos flotantes sobre el magma interior. Véanse los estudios: “Historia de la Sismología”, en: *Instituto Nacional de Prevención Sísmica*, San Juan, Argentina, Secretaría de Planificación Territorial y Coordinación de Obra Pública, Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, Gobierno de Argentina, s/a, p. 3; Santiago Muñoz Gómez, *Revisión del Catálogo Sísmico Gallego*, Tesis doctoral, España, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Departamento de la Construcción, 2001, pp. 9-11; conferencia del Dr. Jaime Yamamoto, “Cien años de observaciones sísmicas en México”, en: *geonoticias*, Instituto de Geofísica, UNAM, núm. 123, septiembre 2007, p. 7; Mario Octavio Cotilla Rodríguez y Agustín Udías Vallina, “La ciencia sismológica en Cuba (II). Algunos terremotos históricos”, en: *Revista de Historia de América*, núm. 125, julio-diciembre 1999, pp. 60-61; Fernando Rodríguez de la Torre, “El terremoto de Caudete del 14 de agosto de 1991”, en: *Al-Basit: Revista de estudios albacetenses*, núm. 31, 1992, p. 128.

<sup>332</sup> Muñoz, 2001: 11-12; Leandro Sequeiros y Francisco Anguita, “Nuevos saberes y nuevos paradigmas en Geología: Historia de las nuevas propuestas en las Ciencias de la Tierra en España entre 1978 y 2003”, en: *LLULL. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y las Técnicas*, España, vol. 26, 2003, 286.

<sup>333</sup> *Diccionario de Ciencias de la Tierra*, España, Editorial Complutense, Dictionarios Oxford-Complutense, 2004, p. 261.

isostasia a la idea de que los distintos componentes de la corteza terrestre están en equilibrio gravitacional y dinámico. “Si se demostraba la isostasia, los continentes no podían hundirse del todo y desaparecer”.<sup>334</sup> Con ello se contraponía a los teóricos del hundimiento y de la contracción terrestre. Este era a grandes rasgos el contexto histórico de la sismología decimonónica de la que podía echar mano el geólogo mexicano encargado de los estudios sísmicos de Sonora en 1887. En este sentido, presentamos una síntesis de su investigación en la siguiente relación:

**Tabla 19.** Resultados consignados por el geólogo J. G. Aguilera (1887-1888).

Secuelas	Superficie y profundidad alcanzada por el sismo	Fecha, hora y epicentro estimado	Velocidad de propagación	Teoría y metodología	Recursos
Dstrucción de Bavispe	Superficie: 1.200.000 km <sup>2</sup>	Fecha: 3 de mayo de 1887	A una menor distancia que: 200 km del epicentro 1,977 m/s	Para determinar la profundidad: se basó en Dutton y Hayden ?	Croquis topográfico
Levantamiento continuo de la Sierra Madre	Profundidad: 18 km	Hora: 2h55'36", tiempo del Valle de Batepito	A menos de 400 km 1,797 m/s	Procedimiento empírico para la localización, haciendo investigación de campo y consultando con los locales	Mapa geológico: escala 1: 1, 000, 000 Superficie: de 20, 000 km <sup>2</sup>
Fractura de fallas geológicas		Epicentro: 30°48'24" N y a 109°05'55" O de Greenwich	A menos de 600 km 1,187 m/s	Empleo del término: “foco” sísmico de R. Mallet	Tiempos registrados en las oficinas de ferrocarriles de Sonora, Central Mexicano y Sur Pacífico

Elaboración propia, con base en: Rubinovich *et al*, 1991: 23-24; Suter, 2007: 2; Rodríguez, 1992: 128.

Uno de los aspectos más interesantes e importantes de la labor de Aguilera en su comisión en Sonora, fue el hecho de que contribuyó en el desarrollo de la sismología en

<sup>334</sup> Sequeiros y Anguita, 2003: 287.

México, y por ello, se le considera como uno de los pioneros en esta materia.<sup>335</sup> En este sentido, el referido geólogo llevo el quehacer geológico a un campo de investigación que se presumía novedoso para la ciencia mexicana. Finalmente, Max Suter señala que Aguilera no sólo acudió al epicentro del terremoto, sino que su investigación fue más allá, y como resultado se obtuvo el “primer mapa geológico de Sonora”. Aunque la ciencia geológica mexicana todavía estaba en proceso de solidificación en aquellos años, aún así, la contribución de este geólogo mexicano resultó trascendente para la historia de ciencia de México.

Después de haber indagado sobre la participación de este personaje en la evaluación sísmica del temblor de Sonora de 1887, podemos decir que los estudios que abordan dicha temática son encabezados principalmente por los geólogos, y, en segundo lugar, por neófitos en la cuestión histórica científica, mientras que, los historiadores de la ciencia nos hemos quedado limitados ante este objeto de estudio, desde luego, con excepción de Raúl Rubinovich. En este sentido, creemos pertinente diseñar nuevas líneas de investigación que solventen este tipo de áreas de oportunidad que tiene la historiografía de la geología mexicana.

En otra obra-acto unidad, tenemos que, a principios de la década de 1890, Ezequiel Ordóñez escribió un artículo en el periódico *La Naturaleza*, donde habló acerca de las particularidades del hoy famoso Calendario Azteca o Piedra del Sol.<sup>336</sup> Ahí, destacó las propiedades, proporciones e hipótesis del origen del impresionante monolito de cuño prehispánico. El asunto aquí, yace en destacar el utilitarismo de la geología que implementó este profesional. Al contexto de las suposiciones del origen y traslado de la Piedra del Sol, Ezequiel se sumó a la discusión existente en aquellos años.

La piedra del Sol es considerada una pieza arqueológica de gran relevancia para el patrimonio cultural e histórico de México. El andar de este Calendario ha sido inquieto desde su génesis hasta su ubicación actual. Especialistas afirman que han sido “siete movimientos [los que] marcan la agitada historia del monolito mexicana. Es un viaje de casi quinientos años

---

<sup>335</sup> Suter, 2007: 2.

<sup>336</sup> Ezequiel Ordóñez, “La Roca del Calendario Azteca”, en: *La Naturaleza. Periódico científico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, México, Imprenta Ignacio Escalante, Segunda Serie, Tomo II, años: 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, pp. 301-303.

que comienza en los pedregales del sur de la Cuenca de México, hace un alto prolongado en la isla de Tenochtitlán y concluye en el bosque de Chapultepec”.<sup>337</sup>

Es evidente que la roca tuvo una variada serie de estancias, y entre esos movimientos, se sabe que hacia finales de 1790 fue encontrada en la Plaza Mayor (hoy Zócalo) en la Ciudad de México. E. Ordóñez reñía que poco había sido el interés de los historiadores por intentar descifrar el lugar de origen del mencionado vestigio pétreo. Empero, Ezequiel, exceptuaba al historiador Hernando de Tezozómoc, y que, aunque otros autores diferían de que la piedra descrita por Tezozómoc fuese la del Calendario Azteca, Ordóñez asumió que Hernando daba una buena pista para encausar la investigación con mayor rigor y dar con el umbral de la piedra. La pauta era que el “D. Hernando de Tezozómoc, quien aseguraba [haciendo referencia a la Piedra del Sol] provenir de un lugar llamado Aculco, cerca de Ayotzingo, ambos al Sur de Chalco”,<sup>338</sup> referencia que el geólogo tomó como teórica para emprender la indagación. Propuso “buscar en aquella región de Aculco rocas enteramente semejantes que nos autoricen a establecer aquel punto como la exacta procedencia”.<sup>339</sup>

Con base en tal supuesto, Ezequiel Ordóñez empleó la geología como recurso utilitarista en la resolución de dicha cuestión. Para ello realizó un examen petrográfico “el día 14 de Marzo de 1893, debido a la benevolencia del Señor Director del Museo Nacional, Dr. Manuel Urbina, se [le] permitió separar, en presencia del Sr. Dr. Villada, profesor de ese plantel, pequeños fragmentos de dos a tres centímetros cuadrados de la parte posterior no labrada del monolito, de los que se han hecho preparaciones en láminas delgadas para su examen microscópico”.<sup>340</sup> Posteriormente, con el conocimiento de la composición mineralógica del Calendario Azteca, se confirmó que pertenecía al grupo de los basaltos de olivino. Ordóñez se basó en la Petrografía, y, posiblemente, en la variante de clasificación francesa, parte de la Geología que le ayudó en la codificación del material pétreo.<sup>341</sup>

---

<sup>337</sup> Leonardo López Luján, “‘El adiós y triste queja del gran Calendario Azteca’. El incesante peregrinar de la Piedra del Sol”, *Arqueología Mexicana*, Núm. 91, Vol. XVI, mayo-junio 2008, pp. 78-79.

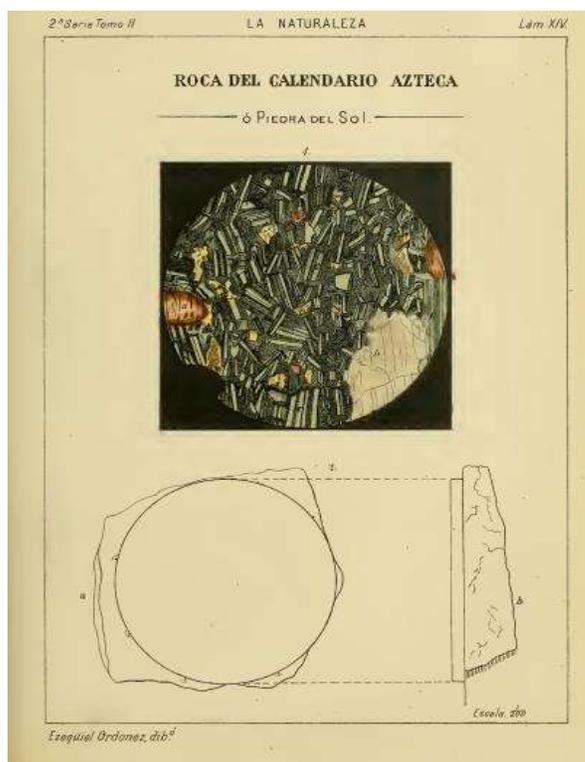
<sup>338</sup> Ordóñez, 1893: 302.

<sup>339</sup> *Ibid.*

<sup>340</sup> *Ibid.*

<sup>341</sup> Aguilera, 1904: 85.

**Imagen 6.** Dibujo de la Piedra del Sol por Ezequiel Ordóñez.



Fuente: Ordóñez, 1893: 302.

Con estos elementos de carácter científico, Ordóñez se propuso investigar el origen de esta importante pieza arqueológica y anunciar el resultado a través de *La Naturaleza*. En este sentido, la geología fungió como un recurso resolutivo, puesto que este geólogo se basó en un supuesto de un historiador, para después afirmar dicha hipótesis. De este modo, se comprobó lo planteado por Hernando de Tezozómoc. Con este procedimiento, Ezequiel también alimentó a la Arqueología, al dotar de pistas más rigurosas para el desentrañamiento científico de la civilización mexicana, a partir de la resolución del umbral geográfico de la Piedra del Sol.

No en vano, el destacado arqueólogo mexicano Leonardo López Luján, en un artículo de la reconocida revista *Arqueología Mexicana* respaldó la aportación hecha por Ordóñez. López Luján argumentó respecto al tema de la Piedra del Sol, que “a decir de Ezequiel Ordóñez, el origen del monolito más insigne de la civilización mexicana debe buscarse en el sur de la Cuenca de México. El geólogo mexicano dio conocer esta conclusión en 1893, tras tomar varias muestras de la cara posterior del monolito, analizarlas al microscopio e

identificar la materia prima como un basalto de olivino [...] Los principales derrames basálticos de la Cuenca –hoy lo sabemos– se encuentran tanto en el área del Pedregal de San Ángel como al sur y el sureste de Xochimilco”.<sup>342</sup>

En ese tenor, López Luján reconoce la labor científica de Ezequiel Ordóñez en la búsqueda de pistas que dieran la pauta al lugar de origen del Calendario Azteca.<sup>343</sup> La significativa aportación este profesional pone de manifiesto que la implementación de la geología coadyuvó en la resolución de problemáticas y tareas en beneplácito del progreso de México. Que, en este caso, con la Piedra del Sol, se tuvo una contribuyeron en los campos de la Arqueología e Historia de México.

En otro ámbito de acción, los geólogos J. G. Aguilera y E. Ordóñez emplearon sus conocimientos geológicos para emprender una tarea de estudio sobre la hidrología en el Valle de México. A mediados de la década de 1890, Antonio del Castillo dirigía la Comisión Geológica de México, en tanto que, Aguilera y Ordóñez habían comenzado un estudio de alta relevancia para el desempeño cotidiano de la región centro de México con relación al óptimo aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas. Se trata de estudios que competen al uso eficiente de un líquido vital para la subsistencia humana, el agua. Puesto que “la imagen del agua siempre ha estado vinculada al lugar de su procedencia debido a que ésta se encuentra en lugares específicos: en la nube, en el río, en el lago, en el manantial, en el mar”,<sup>344</sup> en este sentido, la cuenca de México se consideraba una gran área con potencial hidrológico para la región o bien, para la agricultura.

El documento que hemos consultado para este apartado es un informe que apuntala las investigaciones hidrológicas del territorio mexicano.<sup>345</sup> Dicho escrito data de 1895 y se compone por tres secciones: la primera, es la interpretación que da el Director de la Comisión Geológica de México –Antonio del Castillo– sobre el estudio preliminar de la Hidrología del Valle de México; la segunda parte, recluta la opinión de Aguilera y Ordóñez respecto a las

---

<sup>342</sup> López, 2008: 78-79.

<sup>343</sup> *Ibid.* 78.

<sup>344</sup> Patricia Ávila y Ana Rosa González García, “Agua para las ciudades en el Porfiriato. El caso de Guadalajara”, en: *Revista de El Colegio de San Luis*, México, El Colegio de San Luis, vol. II, núm. 4, julio-diciembre, 2012, p. 12.

<sup>345</sup> José Guadalupe Aguilera y Ezequiel Ordóñez, “Estudios Hidrológicos de la Cuenca de México. Las aguas del desierto”, *Comisión Geológica de México*, México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1895, 34 pp.

puntualizaciones que hizo Del Castillo sobre su informe y, éstos, le proponen cómo debería ser la mecánica para la publicación de los datos sobre el estudio en cuestión; y la tercera sección, expone el informe, resultado del primer estudio realizado por dichos geólogos, el cual, evidentemente, e inclusive, afirmado por ellos mismos, se encontraba inacabado.

La cuestión a distinguir de este informe versa en dos aspectos fundamentales: uno es, ver qué problema o tarea están atacando; y dos, cómo la geología funge como recurso resolutorio al punto anterior. En este tenor, se evidencia la labor científica de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez, la cual, en gran medida, se encaminó a la consolidación de la ciencia geológica como disciplina moderna. De este modo, le ponemos nombres y apellidos a algunos de los grandes logros del progreso porfirista.

El primer asunto es la problemática, la cual radicaba en la falta de trabajos de rigor científico para finales del siglo XIX en el manejo y beneficio del agua. La realización de este tipo de estudios, resultaba para entonces un parte aguas en la sistematización del conocimiento sobre el aprovechamiento óptimo de los recursos hidrológicos, partiendo del Valle de México, para posteriormente repetir los levantamientos en otras zonas del país.<sup>346</sup> Desde luego, esta tarea no exentaba de las ambiciones de la política del Porfiriato, puesto que al tratarse de un asunto tan importante como lo es el agua, se debe tener en cuenta la dimensión del tema con relación a los actores involucrados en esta cuestión. A decir de algunos autores, los estudios hidrológicos “son, de hecho, estudios sobre las relaciones que los grupos sociales establecen para acceder, controlar y manejar un recurso fundamental; además de que son una ventana por la que se ve su forma de organización y contradicciones sociales existente es en ese momento”.<sup>347</sup>

En esa dirección, fue a través de la Comisión Geológica de México, liderada por Antonio del Castillo, que los geólogos José Guadalupe y Ezequiel comenzaron a realizar los estudios respectivos en la cuenca de México. La preocupación que manifestó Del Castillo respecto a las necesidades de la sociedad en materia hidrológica y que bien se podrían resolver –hasta cierto punto– al aplicar los conocimientos geológicos a dicha problemática,

---

<sup>346</sup> Antonio del Castillo, en: José Guadalupe Aguilera y Ezequiel Ordóñez, “Estudios Hidrológicos de la Cuenca de México. Las aguas del desierto”, *Comisión Geológica de México*, México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1895, p. 4.

<sup>347</sup> Ávila y González, 2012: 11.

era inminente. Del Castillo asintió, “que se estudien ahora que están por terminarse los trabajos del desagüe del Valle de México, los medios de dar mayor aprovechamiento de las aguas”.<sup>348</sup> Dicha declaración derivó de la lectura del primer estudio realizado por Aguilera y Ordóñez, elaborado en 1894 y que se componía por estudios orográficos, petrográficos e hidrológicos.

La tarea encomendada por la Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio a la Comisión Geológica integrada por Aguilera y Ordóñez, era que se “hiciera el estudio de las aguas corrientes o estancadas; y las subterráneas artesianas [*sic*] y no artesianas, en su relación con la Agricultura; indicando los medios más adecuados al mejor aprovechamiento de dichas aguas: aconsejar las obras que deban emprenderse y designar los lugares en que deban hacerse las obras convenientes; así como determinar la mejor aplicación que pueda darse á las tierras que al terminarse las obras del desagüe y una vez que éste esté regularizado; han de quedar en seco”.<sup>349</sup> Esto sugería que el estudio del Valle México debía realizarse de forma sistemática, con el objetivo de obtener los mejores resultados en provecho de la nación. Puesto que no sólo se estaba limitando al recurso hidrológico, sino también se remitía a la eficiencia de los terrenos de dicha zona con relación a la actividad agrícola. Esta fue la problemática a la que se enfrentaban Aguilera y Ordóñez, en la cual emplearon sus conocimientos geológicos.

Como se había referido anteriormente, el documento en el que se basa este análisis consta de tres escritos, el primero es la lectura de Antonio del Castillo sobre el informe presentado por José Guadalupe y Ezequiel; mientras que el segundo texto, con base en lo dicho por Del Castillo y lo manifiesto en su estudio –de Aguilera y Ordóñez– (tercer escrito del documento ocupado), se puntualiza sobre las sugerencias que le hacen al director de la Comisión Geológica. Aguilera y Ordóñez, manifestaron su postura respecto a lo expuesto por Antonio del Castillo, expresándole lo siguiente:

Creemos, Señor Director, que sería más provechoso para la Comisión y para la Secretaría de Fomento también, el suprimir estos informes sobre fracciones, que de manera alguna tienen independencia en el régimen de sus aguas, para evitar el tener que dar a cada uno de estos informes el carácter de provisionales, así como alejar el peligro de que, animados de la más buena fe, podamos incurrir en generalidades

---

<sup>348</sup> Del Castillo, 1895: 3.

<sup>349</sup> *Ibid.* 3-4.

prematuras, o pasar desapercibidas las influencias de algunos factores que en una pequeña región nos hayan parecido de poca trascendencia.<sup>350</sup>

En este ejemplo, se puede observar la responsabilidad ética y el compromiso del quehacer científico<sup>351</sup> de Aguilera y Ordóñez, puesto que no comprometen sus resultados preliminares como una verdad absoluta, y defienden la iniciativa de realizar un estudio mucho más amplio, que tendría lugar tiempo después, si es que la Secretaría de Fomento les autoriza otro proyecto. Empero, con ello no estamos inculcando aquí a Del Castillo como irresponsable, de ninguna manera, simplemente se estamos señalando el interés de Aguilera y Ordóñez por el manejo adecuado de la información. Luego de hacer dichas declaraciones, Aguilera y Ordóñez, remataron diciendo que: “desearíamos, Señor director, se sirviera vd. (usted) [*sic*] proponer a la Secretaría de Fomento se sustituyeran estos informes parciales por reseñas mensuales de los trabajos hechos en la prosecución del programa aprobado, lo cual nos evitaría la discusión prematura de datos incompletos [...]”.<sup>352</sup>

A partir del estudio emprendido por Aguilera y Ordóñez, la geología se empleó como agente resolutivo ante la falta de estudios rigurosos respecto al tema del agua en México. La planeación, ejecución y resultados de este primer estudio, abarcaron a la Geología estratigráfica, a la Paleontología, a la Hidrología y a la Agricultura.<sup>353</sup> Sin embargo, este primer levantamiento de información hidrológica no fue definitivo, pues tal como informaba Antonio del Castillo: “los miembros de la Comisión Geológica Aguilera y Ordóñez han hecho un esfuerzo para dar principio a ella [aludiendo la realización de una carta hidrológica], pero por los resultados se ve que es obra para cuya conclusión se necesita de un personal especial, numeroso, que no tiene la Comisión: y que si a esa Secretaría [de Fomento] le parece podrá proponer esta Dirección”.<sup>354</sup>

La causa por la cual los resultados del primer estudio no fueron definitivos, se debió a la diversidad de factores naturales y a la extensión de la zona del Valle de México, lo cual implicaba mayor cantidad de hombres en la Comisión, y desde luego, tiempo para la

---

<sup>350</sup> Aguilera y Ordóñez, 1895: 10-11.

<sup>351</sup> Immanuel Kant, *Crítica de la razón práctica*, España, Alianza, 2000, p. 139; Immanuel Kant, *Filosofía de la historia*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985, p. 3.

<sup>352</sup> Aguilera y Ordóñez, 1895: 11.

<sup>353</sup> Del Castillo, 1895: 4.

<sup>354</sup> *Ibid.* 9.

observación climatológica, etcétera. Aun así, el empleo de la geología por Aguilera y Ordóñez fue importante en el estudio científico de los recursos hidrológicos en México. De este modo, el servicio geológico se manifestó con el quehacer de los hombres de ciencia en estudio, coadyuvando así, en el progreso del país.

En otro capítulo de la historia, podemos vislumbrar el nombre y reconocimiento de Ezequiel Ordóñez como geólogo rebasó pronto el reducido círculo de hombres de ciencia especializados en la Geología. Resulta sumamente interesante encontrarse con una particular historia suscitada a principios del siglo XX, donde se vincula a Ordóñez con uno de los pioneros del Ocultismo moderno y con un talentoso escalador de origen anglo-alemán. ¿Quiénes eran estos personajes y qué vínculo entablaron con este geólogo mexicano?

Se trataba de Aleister Crowley (1875-1947) distinguido brujo (también conocido como “La Gran Bestia”), poeta y ocultista inglés y, de Oscar Eckenstein (1859-1921) de profesión ingeniero ferroviario, pero conocido mayormente en el ámbito de la escalada y el montañismo. Las fuentes refieren que Crowley estuvo en México de julio de 1900 a abril de 1901. El entonces joven Aleister, durante su estancia en México además de realizar ciertos rituales esotéricos, vivió varias experiencias, entre ellas, su ingreso formal a la masonería. Esto, tiempo después de haber conocido al masón de grado 33 Jesús de Medina Sidonia (hombre de alto rango en el Rito Escocés Antiguo y Aceptado), quien observó en Crowley un amplio conocimiento sobre la cábala y el ocultismo, lo que probablemente le valió para alcanzar el grado 33 en dicho Rito. Por si fuera poco, Crowley y Medina formaron una nueva orden llamada la Lámpara de la Luz Invisible.<sup>355</sup>

En diciembre de 1900 arribó a México Oscar Eckenstein para reunirse con su amigo Aleister. Eckenstein permaneció en tierras mexicanas hasta mayo de 1901, a Oscar le gustaba bastante la escalada (gusto que compartía con Crowley), a tal grado de que inventó una variante de crampón y desarrolló una técnica para este deporte. Dicha condición hacía de Eckenstein un experto en escalar montañas, y desde luego, despertó su admiración por los

---

<sup>355</sup> José Ricardo Chaves, “Viajeros ocultistas en el México del siglo XIX”, en: *Literatura Mexicana*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, vol. XIX, núm. 1, 2008, pp. 117-121; Richard Kaczynski, *Perdurabo. The life of Aleister Crowley*, Berkeley, California, North Atlantic Books, 2010, pp. 86-87; John Symonds, *La Gran Bestia. Vida de Aleister Crowley*, España, Ediciones Siruela, trad. Javier Martín Lalandá, 2008, pp. 69-71; T. S. Blakeney y D. F. Dangar, “Oscar Eckenstein”, en: *The Alpine Journal*, United Kingdom, vol. 65, núms. 300 y 3001, 1960, pp. 62-77; Wenceslao Vargas Márquez, *La masonería en la presidencia de México*, México, Surco de Letras, Imprenta Universitaria, 2010, pp. 131-164.

macizos más emblemáticos de nuestro país. Aleister Crowley también atraído por dicha disciplina, acordó con Eckenstein ascender a las cimas mexicanas como el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl, entre otras.<sup>356</sup> Empero, ¿qué tuvo que ver Ezequiel Ordóñez con estos personajes? ¿Qué lo relacionó en este particular pasaje histórico de tan icónicos personajes?

Justamente el vínculo se remite al tema del montañismo y la escalada. Al ser extranjeros los convertía en desconocedores de los caminos y de las particularidades geológicas para los ascensos en territorio mexicano. Es aquí donde se da la intervención de Ordóñez. Al respecto se vierten dos referencias que dan prueba de ello. La primera, emana del libro *Perdurabo. The life of Aleister Crowley*, y consigna que:

En ese momento, apenas había una cuenta publicada de subidas anteriores en México [registros de escaladas a las montañas mexicanas]. Además, los lugareños tenían poco interés en las montañas que los rodeaban. La excepción fue el geólogo Ezequiel Ordóñez (1867-1950) del Servicio Geológico Estatal, después de quien se nombra el cristal de riolita Ordóñezite [sic] y quien más tarde ese año descubrirá los primeros depósitos de petróleo previos en México. Había escrito extensamente sobre las montañas y los volcanes de México y, habiendo escalado muchos de ellos, facilitó los ascensos de Crowley y Eckenstein.<sup>357</sup>

El reconocimiento que se le dio a Ordóñez fue importante, ya que Crowley y Eckenstein pudieron distinguir por lo menos cinco cualidades de este geólogo mexicano. Primero, como conocedor del territorio, particularmente interesado por las montañas; segundo, se le distingue como geólogo al servicio del Estado; tercero, se sabe de él, sus investigaciones sobre montañas (y volcanes), cristales y el descubrimiento del petróleo (potencial comercial); cuarto, se le pondera como un hombre de ciencia que ha plasmado sus saberes en diversas publicaciones; y quinto, por su experiencia en la ascensión en las montañas y volcanes, pero sobre todo, por sus conocimientos en geología, es que pudo facilitarles ayuda a Crowley y Eckenstein.

Por otra parte, en un artículo escrito por el propio Oscar Eckenstein, consignó: “Cuando llegué (diciembre de 1900), descubrí que él [Crowley] apenas poseía más información que yo [para subir a los cerros]; Los habitantes en general parecían no interesarse en las montañas más altas, y sabían poco o nada acerca de ellas. La única excepción a esta regla que encontramos fue el señor Ezequiel Ordoñez, del Servicio Geológico Estatal, que no sólo se interesó mucho en las montañas del país y que había ascendido a varios de ellos

---

<sup>356</sup> Blakeney y Dangar, 1960: 62-77; Symonds, 2008: 69-71.

<sup>357</sup> Kaczynski, 2010: 86.

(incluido Iztaccihuatl), sino que amablemente nos ayudó en todos los sentidos, e hizo mucho para que nuestro camino fuera fácil para nosotros”.<sup>358</sup> Se puede apreciar que en ambas referencias contienen casi las mismas palabras, además, no se explica con claridad si Ordóñez sólo les impartió asesoría o les proporcionó materiales como mapas, o, si incluso les acompañó en alguna ascensión, lo interesante fue la colaboración que les brindó a Crowley y Eckenstein y, por tanto, el vínculo.

¿Por qué resulta trascendente este acontecimiento en la historia de la ciencia de México? Al respecto ponderamos dos tópicos: 1) durante esos años la geología experimentaba su proceso de concreción como disciplina moderna, y se enfocaba principalmente en atender tareas que coadyuvaran la exploración y explotación racionalizada del territorio mexicano. Sin embargo, en este caso, la geología mexicana servía de brújula para el montañismo y la escalada internacional. Y, 2) el conocimiento geológico de Ordóñez, ayudó a dos hombres extranjeros que, con éxito, subieron a varias cimas emblemáticas del país. Cuestión que les permitió registrar sus hazañas en la historia del deporte y del Ocultismo.

Pero, ¿por qué Ordóñez y no otros geólogos brindaron la ayuda a Crowley y Eckenstein? ¿Ordóñez fue masón y allí se encontró con Crowley? ¿O fue Eckenstein quien obtuvo la referencia del geólogo mexicano? ¿Hasta qué punto se relacionaron o simplemente fue un vínculo de mera referencia y orientación? Aún queda insatisfecho el tema, pues no se encontraron más detalles respecto al encuentro entre el geólogo mexicano, el brujo inglés y el escalador anglo-alemán. Pretender socavar estas interrogantes no es sólo por tener el dato por el dato, sino obtener un estudio más completo desde un enfoque, quizá, ontológico a fin de comprender a Ordóñez más allá de su faceta como geólogo. La cuestión está abierta a seguir indagándose, si es que existen las fuentes que consignen dicha relación. Resultaría sumamente interesante encontrar la respuesta a las preguntas aquí planteadas. Hemos querido incluir este pasaje histórico de Ordóñez, Crowley y Eckenstein ya que la literatura de la historia de la ciencia, y en particular, de la geología mexicana no se cuenta con ningún registro de ello, por lo que consideramos como una posible veta de investigación en un futuro a fin de descubrir otras facetas del connotado geólogo mexicano.

---

<sup>358</sup> Oscar Eckenstein, “Mountaineering in Mexico”, en: *The Climbers’ Club Journal*, núm. 20, vol. 5, 1903, pp. 159-160.

La muestra de partículas u obras-acto unidad que examinamos en este apartado, demuestra la vanguardia científica de los actores en cuestión, y a la vez, presume los síntomas de la aplicación y adaptación de la geología moderna en distintos escenarios de acción socio-científica. Las particularidades que se expusieron en cada uno de los casos, expresan las competencias técnicas que aglutinaban los profesionales que estamos estudiando, a la vez, los servicios geológicos que prestaron forman parte del sistema de acción entendido como la *edad heroica de la geología*, toda vez, que estos se asocian a la reproducción de un quehacer geológico moderno y coadyubaron en el progreso de la ciencia en México. Es por ello, que como lo referimos al principio de este fragmento, en estas partículas examinadas encontramos el patrón científico del geólogo moderno (la materia), al emplear los métodos más avanzados de la época con un nivel de sistematización relevante, el cual se estaba poniendo en práctica por sus pares científicos en otras latitudes del planeta.

### **3. LAS FASES DE LA CIENCIA GEOLÓGICA MEXICANA EN LA PERSPECTIVA MODERNA DE JOSÉ G. AGUILERA**

Este apartado se centra únicamente en el análisis de la “Reseña del desarrollo de la geología en México”, autoría de José Guadalupe Aguilera,<sup>359</sup> la cual se publicó en la primera edición del Boletín de la recién creada Sociedad Geológica Mexicana. Esta reseña fue el primer trabajo que publicó el autor en el Boletín de la SGM. La idea de dedicarnos al estudio exclusivo de este trabajo es con el ánimo de vislumbrar la mirada al pasado de uno de los protagonistas de la concreción de la geología moderna mexicana e inmiscuirnos en su apreciación histórica y científica que experimentó dicha disciplina. Sin embargo, antes de proseguir me parece pertinente dejar en claro dos interrogantes: ¿por qué sólo nos centramos en esta obra y no en otras del propio cuño de Aguilera? y ¿por qué resulta relevante analizar dicha reseña?

Atendiendo a la primera pregunta, elegimos trabajar exclusivamente con esta reseña por el momento histórico en que se escribió, independientemente de la finalidad que haya tenido su elaboración, la tomamos exclusivamente como objeto de estudio para intentar atisbar la perspectiva científica de este geólogo. Es decir, ver desde la fase de progreso en que se encontraba la geología mexicana con respecto a su estadio pretérito, es por ello que la

---

<sup>359</sup> Aguilera, 1905: 35-117.

hemos colocado este apartado en el tercer capítulo y no antes. Si bien el actor en cuestión goza de una vasta obra de estudios, artículos, etcétera, cuyas referencias se aglutinan en *José Guadalupe Aguilera Serrano 1857-1941. Datos Biográficos y Bibliografía Anotada* de Raúl Rubínovich *et al* (1991), seleccionamos dicha reseña en función de nuestras pretensiones teóricas, ya que muchos trabajos que se enlistan en dicha bibliografía se remiten a temas como la minería, o son en coautoría con personajes ajenos a esta trilogía en estudio, así como gran parte de sus estudios escapan al periodo en cuestión.

En atención a la segunda interrogante, nos resulta trascendente este texto, pues en el encontramos contenida la visión y pensamiento del profesional Aguilera, más no optamos por este material por el numeroso recuento bibliográfico que tiene sobre la historia de la geología mexicana, ya que todavía resulta más vasta y exhaustiva la *Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana*,<sup>360</sup> realizada por el geólogo Rafael Aguilar y Santillán (1863-1940), además, de que esta se limita sólo al enlistado de la obras, mientras que, nuestro interés es comprender las contribuciones a la ciencia geológica en México.

En los primeros años del siglo XX, la geología mexicana ya gozaba de un notable progreso, aglutinaba un voluminoso cuerpo de literatura y la ciencia en sí misma estaba pasando por un momento de auge. Ya se contaba con la experiencia de los mapas geológicos de carácter nacional de la última década del siglo XIX, se habían realizado una serie de estudios y trabajos geológicos, se contaba ya con la participación de los geólogos mexicanos en por lo menos nueve Congresos Geológicos Internacionales, así como participado en varias Exposiciones Universales, también estaba la discusión de varios textos de la geología moderna (Werner, Del Río, Humboldt, Lyell, Lapparent, Bárcena, entre muchos otros). Todo este amplio abanico de elementos conformaba a la ciencia geológica en el momento en que Aguilera escribió su reseña.

Es importante que consideremos para la lectura de este texto, que el autor está definiendo en su reseña al territorio mexicano tal cual como se conoce actualmente en su jurisdicción territorial. Usa este molde geográfico-político para remitirse históricamente al análisis de la transformación de la geología. Con ello nos permite trascender la barrera de lo geopolítico para rescatar y enfatizar el quehacer geológico en lo que hasta 1904 era México.

---

<sup>360</sup> Rafael Aguilar y Santillán, *Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana completada hasta 1904*, México, Instituto Geológico de México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, 1908, 330 pp.

Explorar en este tipo de documentos, es intentar entablar un diálogo con el autor, con el geólogo, es hacerlo hablar en función de las pretensiones que buscamos indagar.

Hemos encontrado en la reseña de Aguilera, por lo menos cinco momentos distintivos, aunque él no los divide explícitamente, en ese tenor, hemos hecho una delimitación de la historia del desarrollo de la geología mexicana entre la época precolombina y principios del siglo XX: 1) se remonta a la época prehispánica; 2) comprende el descubrimiento, conquista de América y Nueva España, hasta la fundación del Real Seminario de Minería en 1792; 3) parte del primer curso de Mineralogía de Andrés M. del Río en 1795, hasta 1872 y se distingue por las numerosas obras de extranjeros; 4) va de 1872 a 1888 que se caracteriza por estudios realizados por las comisiones transitorias de geólogos mexicanos, que es cuando sus investigaciones florecen en mayor volumen; y 5) lo identifica a partir de 1888 con la Comisión Geológica de México, encargada de elaborar las cartas geológica y minera de la República, hasta el año en que escribió su reseña. En este orden cronológico, analizamos la visión de Aguilera en los distintos momentos históricos de México. En ese sentido, hemos dado nombre a cada segmento identificado por el autor, con la finalidad de brindar una mejor abstracción del texto, como a continuación lo exponemos.

### *Etapa 1. La geología prehispánica*

El autor parte de que la geología prehispánica recogida en las inscripciones jeroglíficas evoca una cosmovisión imperfecta del origen de la Tierra de las razas pobladoras del Anáhuac. La geología en este espacio-tiempo surgió y existió de una “manera informe e innominada”, puesto que no había forma de que los aztecas la denominaran o ejercieran como tal, aunque se intuye que, Aguilera encuentra ciertos conocimientos y prácticas desde luego que remiten a un quehacer geológico moderno de su época.

**Tabla 20.** Eras geológicas de los aztecas según Aguilera.

	<b>Deidad</b>	<b>Sol o era geológica</b>
1	Atonatiuh	Sol de agua
2	Ehacatonatiuh	Sol de aire
3	Tletonatiuh	Sol de fuego
4	Tlatonatiuh	Sol de tierra

Elaboración propia, con base en: Aguilera, 1905: 35.

En esta tabla se hace una adaptación de la cosmovisión azteca con base en su óptica, en un intento de graficar su forma de concebir a la geología en los pobladores del Anáhuac. En la interpretación de aquella civilización, no había una explicación científica para ilustrar el origen de la Tierra, y ante ello, recurrían –dijo Aguilera– a “toscas descripciones de grandes catástrofes, verdaderos cataclismos o fenómenos geológicos, que hiriendo profundamente y de manera muy viva la imaginación de las razas primitivas, infundieron en ellas el terror consiguiente a la imponente majestad de estos fenómenos y a lo incomprensible de su causa”. Ante este inconmensurable e inexplicable entorno, los aztecas fundaron su hipótesis cosmogónica con base en los cuatro soles que refiere el autor.

Esta primer etapa histórica que señala el geólogo escritor, la podemos vislumbrar como una filosofía de la ciencia, en tanto que, se está analizando una serie de factores no denominados concretamente como científicos, es decir, fue “capaz de distinguir aquello que es ciencia de lo que todavía no es”,<sup>361</sup> con ello, hace la diferenciación de aquel conocimiento que cultivaron los hombres del Anáhuac como un quehacer no propiamente científico en la acepción que él tiene desde el contexto histórico en que escribe. En ese tenor, está claro que, para el autor de la reseña, la geología prehispánica se fundamenta en especulaciones mitológicas y filosóficas.<sup>362</sup> Recurrir a la revisión de este texto, nos permite repensar al escritor como articulador de una gnoseología de la geología mexicana, desde luego, no es su fin, pero sí lo podemos apreciar de esa forma si queremos penetrar en la comprensión que el autor tiene sobre las fases que experimentó la disciplina geológica en nuestro país, de 1904 hacia atrás.

### *Etapa 2. La geología novohispana (1492-1792)*

El segundo momento (el más longevo) de la geología mexicana que podemos observar, según Aguilera, se da con el descubrimiento y conquista de América y corre a lo largo de tres centurias con la Nueva España. Aquí, la geología mexicana para él, surge con “contornos menos vagos” y tiene que ver con los estudios y trabajos geográficos que surgieron con la exploración del nuevo continente. Los conquistadores, al intentar describir de forma detallada “las sorprendentes, extrañas y caprichosas formas del vigoroso relieve del vasto

---

<sup>361</sup> Álvarez, 2004: 37.

<sup>362</sup> *Ibid.*

imperio de Anáhuac”. Esta geología de los descubridores y conquistadores se distinguía por ser “netamente empírica y plagada de errores”, sin embargo, a decir del autor, los primeros geógrafos ilustraban con gran aplomo la naturaleza del territorio mexicano.

Este ejercicio de los conquistadores por intentar comprender el origen e historia del suelo del Nuevo Mundo, significó un primer esfuerzo geológico, aunque no se puede decir que ya se tenía una noción clara y precisa de la geología, puesto que su conformación como ciencia autónoma y moderna se daría hasta la coyuntura que va del último tercio del siglo XVIII y primer tercio del XIX para el caso europeo. Por lo tanto, y aunque no lo indica explícitamente Aguilera para este momento, la geología tampoco se da de forma nominada ni formal, simplemente se remite al igual que en el periodo prehispánico a un quehacer empírico inculto. El geólogo Aguilera sólo distingue las características de lo que más tarde se consagraría como ciencia geológica moderna. Ya que en el mundo europeo del siglo XV-XVI momento en que se da el descubrimiento y conquista de América, la idea y el término de geología era muy limitada y su concepción aún contenía un matiz medievalista que fungía como contraposición al término Teología y refería a la vida terrenal.<sup>363</sup>

En este episodio también, la geología mexicana se va a desarrollar en función del progreso de la minería. Puesto que desde los viajes de Colón ya existía una marcada premisa que motivó el descubrimiento del Nuevo Mundo. Los españoles detectaban con escrutinio el oro en los cuerpos de los americanos, desde el día 13 de octubre: “Y yo estaba [*sic*] atento y trabajava [*sic*] de saber si avía oro, y vide [*sic*] que algunos de ellos traían un pedazuelo colgado en un agujero que tienen a la nariz”,<sup>364</sup> con ello evidenciaban uno de sus objetivos primordiales del viaje de Colón. Esto respalda la mirada histórica del geólogo Aguilera, pues para él: “El oro y la plata que los conquistadores encontraban á cada paso, acumulados en grandes cantidades [...] fueron incentivo bastante á despertar la codicia de estos ambiciosos aventureros, que, creyendo que en el país existían estos metales en grandísima abundancia, se dedicaron desde luego á recorrerlo en todas direcciones”.

La búsqueda detallada de los metales precisos por parte de los conquistadores dio origen a la minería mexicana, al poco tiempo se comenzaron a establecer varios asentamientos de

---

<sup>363</sup> Pelayo, 1991: 8.

<sup>364</sup> *Diario de Colón*, p. 400. <https://juancarloslemusstave.files.wordpress.com/2014/07/diarios-de-colic3b3n.pdf> [consulta: 21 de octubre 2017].

minas. Esto encausó a los hombres de minas a efectuar multitud de estudios que posteriormente conformarían el cuerpo de la Mineralogía. En este sentido, refiere Aguilera, que el estudio del territorio y su naturaleza en torno a la minería, coadyuvó en el progreso de la geología mexicana. Entonces, en este tenor ¿qué importancia tenía para José G. Aguilera la minería fundada en el siglo XVI? Para él, “la minería, no sólo [fue] una inagotable fuente de riquezas, sino también en uno de los factores más poderosos y que más directamente hayan contribuido al desarrollo intelectual del país”.

Hasta aquí, podemos apreciar la perspectiva y análisis que hace el autor entre el proceso del descubrimiento de América y la explotación de recursos mineros en la Nueva España. En ello, identifica una notable diferencia del uso de la geología (según él) respecto de los hombres precolombinos. Cuestión que empata con lo que Álvarez refiere: “la ciencia -que no el conocimiento- sólo surgiría de prácticas artesanales concretas sobre las <<cosas de la tierra>>”.<sup>365</sup> De este modo podemos decir que el geólogo en discusión, implícitamente, indica el parteaguas de la geología novohispana que se comenzó a amalgamar con las labores artesanales de la minería.

A decir de Aguilera, el gobierno español se encargó de empujar el desarrollo de la ciencia aplicada a distintos rubros a través del Consejo de Indias. En repetidas ocasiones el gobierno español costeó connotados naturalistas que recolectarían ejemplares histórico-naturales que fueron remitidos al Gabinete de Historia Natural de Madrid. Aquí Aguilera distingue un importante binomio que impulsó el quehacer científico novohispano, hablamos del financiamiento que dio la Corona a los naturalistas: ciencia y Estado. A pesar de ello, y de los notables naturalista que ocuparon la cúpula del gobierno en la Nueva España, como lo fue el virrey Sr. D. Antonio Mendoza, el geólogo José Guadalupe distingue que el desarrollo de la geología mexicana (y la Mineralogía) “permanecieron casi estacionarios [...] sorprende, digo, que, durante casi toda la dominación española, no adelantaran la Mineralogía y Geología mexicanas”. Véase la relación que enumera las obras en que se basó Aguilera para el estudio del desarrollo de la ciencia geológica para el periodo de la Nueva España (Anexos capítulo III, tabla 2).

---

<sup>365</sup> Álvarez, 2004: 37.

Distingue de la obra de Gonzalo Fernández de Oviedo (siglo XVI) quien, a ojos de Aguilera, éste, se destaca como mineralogista y geólogo. Fernández de Oviedo refiere en su *Historia general y natural de las Indias*, la hipótesis de que antiguamente los continentes: europeo, africano, asiático y americano compartían la misma pieza continental. Cuestión sumamente interesante, pues se presume una especie de idea de supercontinente o Pangea. Para 1904, año en que el geólogo Aguilera escribió esta reseña, el concepto de la “deriva continental” fue postulado por primera vez por Alfred Wegener<sup>366</sup> (1880-1930), justo en dicho año. Aunque Wegener fue meteorólogo y geofísico, hizo importantes contribuciones a la ciencia geológica. Esto demuestra que el autor estaba a la vanguardia científica, seguramente por influencia de los Congresos Geológicos y Exposiciones internacionales en las que participó. En este sentido, José Guadalupe estaba leyendo la historia de la geología mexicana a luz de las novedades científicas del momento. Además de que tuvo la visión de observar dicha hipótesis en la obra de Oviedo, pues éste último, ya ponía atención en los temblores.

En la obra de Fray José Torrubia (1754) *Aparato para la Historia Natural de España*, Aguilera hace una observación más detenida, y distingue cualidades excepcionales en este naturalista y filósofo. Lo declara como un hombre adelantado a su época, destacado ilustre que sostuvo la idea de que los fósiles tenían un origen orgánico. Después de citar textualmente algunos párrafos de la obra de Torrubia, José G. Aguilera reconoce que este autor sostuvo en su estudio la verdadera naturaleza y origen de los fósiles. De aquí la importancia de recurrir a esta reseña, pues el autor va haciendo la distinción de lo que es y no es relevante en el desarrollo gnoseológico de la geología, ya que desde su perspectiva desentrañan las virtudes de los hombres de ciencia del pasado.

Otro elemento importante que identifica Aguilera en el tardío desarrollo de la geología, se debió en gran medida en que la educación universitaria (la se basaba en cierta medida en las primitivas universidades) se concentraba en la Teología, Medicina y Derecho, tanto en España como en el resto del mundo estas carreras gozaban de un prestigio durante los siglos XVI, XVII y XVIII. Aunado a ello, la geología apenas había fungido para realizar

---

<sup>366</sup> J. Brendan Murphy y R. Damián Nance, “La formación de los supercontinentes”, en: *Investigación y Ciencia*, núm. 339, diciembre 2004, p. 24.

descripciones o aportado mínimamente en algunas materias, y en ocasiones ocupó importantes discusiones filosóficas.

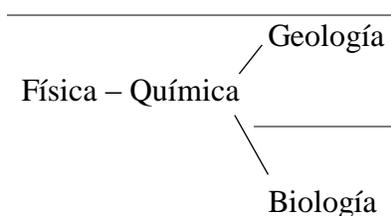
### *Etapa 3. La geología del México independiente (1795-1872)*

El tercer periodo del desarrollo de la geología mexicana, según el geólogo Aguilera, lo distingue en el momento en que la geología y la mineralogía comienzan su proceso de autonomía (una de otra y e así mismas) en la segunda mitad del XVIII. En este periodo reconoce el inicio de lo que después se llamó *edad heroica de la geología*, en ese contexto, señala la creación del Real Seminario de Minería (1792), impulsado por la Corona y la iniciativa de “un ilustre sabio mexicano, el Sr. D. Joaquín Velázquez Cárdenas y León, y de un distinguido español, el Sr. D. Juan Lucas de Lassaga”. Con ello también se pondera el inicio de la *edad heroica de la geología mexicana* a partir de 1795, cuando el ilustre Andrés Manuel del Río imparte su primer curso de Mineralogía.

Aguilera tiene muy buenas apreciaciones sobre Del Río y manifiesta admiración por él y por su mentor, el ilustre Werner. De este último refiere que la Mineralogía tuvo notables avances gracias a su genio. El autor indica una nueva era con la nueva institución educativa y con el arribo de Andrés del Río, pues con éste, la geología (en categoría de geognosia) mexicana se volvió verdaderamente empírica. La física y la química se convierten en ciencias importantes en el auxilio del estudio de la mineralogía y la geología. Para el escritor está claro el notable cambio que se gestó con este acontecimiento y lo que significó de allí en adelante para el progreso de la ciencia geológica en México, la vital formación de hombres cualificados en los estudios de las ciencias de la Tierra. Véase Anexos capítulo III, tabla 3.

Hasta aquí podemos distinguir dos cuestiones: la primera, el autor refiere de algún modo el inicio del proceso de autonomía y modernidad de la geología mexicana, con la primera cátedra de Del Río en 1795; la segunda, la importancia de la Física y la Química en el auxilio de la ciencia geológica en su parteaguas histórico y epistémico. Lo segundo, responde a un proceso que se gestó en la definición moderna de las ciencias naturales, o como Kédrov y Spirkin refieren como “el desdoblamiento de una serie de ciencias, a semejanza de lo que sucedió con la química, refleja el proceso de desdoblamiento de la naturaleza en

inanimada y viva, que surge dentro de los límites de la química, a partir del momento en que las combinaciones químicas se diferencian en orgánicas e inorgánicas”.<sup>367</sup>



Fuente: Kédrov y Spirkin, 1995: 48.

A partir de aquí, con la expedición de Humboldt en territorio (todavía) novohispano, atisbamos el inicio de la fase intermedia de la *edad heroica de la geología mexicana*, la cual, según nuestro supuesto teórico, abarcaría hasta 1888. En este sentido, tenemos que José G. Aguilera hace un prolongado análisis de la obra de Humboldt, le dedica varias páginas y dice de él: “genio inmortal del ilustre Barón A. von Humboldt, insigne naturalista y geólogo eminentísimo, contribuyera para fundar la geología de México, y las cuales han sido indicaciones precisas para los geólogos venidos después de él”. Con ello, distingue lo que significó Humboldt en la historia geológica mexicana, sin embargo, también señala los errores del Barón. Indica que las dataciones de las formaciones geológica mexicana que hizo, quedaron fuera de tiempo al transcurso de los años. En otros campos de la geología que refirió Humboldt también hubo algunas imprecisiones, aunque Aguilera con su ojo objetivo y científico manifestó que “los errores que cometió no son suyos, son de la ciencia misma, y corresponden a una de las fases del desarrollo de la ciencia, dentro de la cual él se mantuvo siempre estrictamente”. El dominio científico que manifiesta el autor es importante para el campo geológico. Este aspecto evoca lo expuesto por Max Weber sobre la vigencia y caducidad de los avances científicos, pues naturalmente, es cuestión de tiempo que algún conocimiento o teoría científica quedé rebasada luego de unos años.<sup>368</sup>

En el México independiente, después de la valiosa visita de Humboldt (en el ocaso de la Nueva España), le siguieron varios estudiosos de la geología y viajeros que describieron con gran pericia la caprichosa naturaleza mexicana. De los más destacados para el geólogo Aguilera, estaban los trabajos de Burkart, del cual refiere que sus conocimientos geológicos

<sup>367</sup> M. B. Kédrov y A. Spirkin, *La Ciencia*, México, Grijalbo, 1995, p. 48.

<sup>368</sup> Weber, 1981: 70.

descuellan respecto de los de la época (década de 1830). Burkart legó para la geología mexicana con brillantes observaciones y conocimientos, entre ellos, una carta geológica de Zacatecas.

Uno de los trabajos que muestra la todavía dependencia de la geología en campo minero mexicano, es el de la autoría de Saint Clair Duport con su obra *De la producción de los metales preciosos en México* de 1843, en ella se integran los distritos mineros más importantes del país, los cuales fueron detallados geológicamente. O qué decir Don Pascual Arenas, quien, como profesor de la Escuela Práctica de Minas del Fresnillo, hacia 1853 publicó una descripción geológica y minera del Distrito minero del Fresnillo. En esa tesitura, se enlista muchos otros trabajos durante el siglo XIX.

Aguilera también puso el ojo en los estudios relativos a las regiones fronterizas del norte y del sur de la República, los cuales recogen importantes conocimientos geológicos de las líneas divisorias. Entre ellos, la geología fronteriza que desarrolló John Russel Bartlett entre 1850 y 1854, quien comisionado por el gobierno norteamericano trabajó en el trazo de la línea fronteriza. Poco tiempo después, surgió el interesante estudio geológico y paleontológico del surco divisorio entre México y Estados Unidos de autoría de James Hall de 1857. Diez años más tarde, Jules Marcou hace lo propio con un trabajo sobre notas geológicas de la frontera México-EE.UU. Mientras que el pionero en el estudio de una fracción de la frontera sur México-Guatemala –según J. G. Aguilera–, fue emprendida por J. C. Manó, quien fue comisionado por el gobierno guatemalteco en dicha encomienda. Aguilera señaló que Manó presentó tres informes a la Secretaría de Fomento de Guatemala hacia 1883.

#### *Etapa 4. El florecimiento de la geología mexicana (1872-1888)*

El periodo que delimitó Aguilera entre la primera cátedra de Mineralogía de Andrés M. del Río en 1795, hasta los trabajos de J. C. Spear de 1872 sobre el Istmo de Tehuantepec, comprendió para el notable geólogo José Guadalupe el tercer episodio de la historia geológica mexicana. El cuarto periodo que indicó Aguilera se constituyó a partir de 1872 con los trabajos de S. Ramírez, M. Urquiza, M. Bárcena, y demás, hasta 1888 con la creación de la Comisión Geológica de México. Esta etapa se caracteriza por dos principales rasgos: el primero al florecimiento repentino y numeroso de estudios emprendidos por geólogos

mexicanos, y segundo, se conformó por comisiones transitorias que realizaban estudios geológicos regionales. A esta etapa distinguida por el autor y que comprende de 1872 a 1888, lo concebimos como la parte final de la fase intermedia de la *edad heroica de la geología mexicana* con base en nuestro planteamiento y que definiremos en el último apartado de este capítulo.

El marcado y repentino auge de investigaciones mexicanas, así lo señala Aguilera en su reseña, después de 1872, “la geología [mexicana] alcanza en lo de adelante un notable perfeccionamiento”. Ese sentido, Aguilera expone que el esfuerzo de este periodo corresponde a distintas trincheras, tanto del gobierno federal, de algunos estados, así como por iniciativas privadas, lo que demuestra que el quehacer científico nunca se detuvo a pesar las circunstancias económicas y políticas del país. Desde luego que son un factor importante en el desarrollo de la ciencia y los científicos, sin embargo, el desarrollo (entiéndase como constante movimiento) científico siempre estuvo manifiesto. Esto no significó que durante las últimas tres décadas del siglo XIX y primera década del siglo XX, los trabajos no fueron únicamente de manufactura mexicana, sino que continuo la elaboración intermitente de los estudios geológicos de extranjeros, muestra de ello es la propia reseña de Aguilera, la cual sigue refiriendo varios trabajos más.

En lo competente al gobierno federal entre 1872 y 1886, Aguilera refiere a las comisiones geológicas que exploraron de forma transitoria y regional algunos sitios de la República Mexicana. La Comisión Geológica del Estado de México, Comisión del Estado de Jalisco, Comisión para Michoacán (Aguilera sólo refiere exploraciones hechas a Coalcomán y Ucareo, Michoacán, en distintos años y por diferentes comisionados), Comisión Minera del Estado de México (1886) y la Comisión Exploradora de la Baja California. Desde luego, enlistar estas comisiones no significa que hayan sido las únicas, ni los únicos lugares explorados bajo mandato de los gobiernos en turno, si algunas comisiones se omiten aquí, así como sitios, es sólo por acudir a lo expuesto por el geólogo Aguilera en su reseña. Véase Anexos capítulo III, tabla 4.

#### *Etapa 5. La geología moderna mexicana (1888-1904)*

Esta etapa la comprendemos como la fase de concreción de la geología mexicana como disciplina moderna, la cual corre a partir de 1888. La quinta y última etapa que sugiere el

escritor parte del año 1888 con la fundación de la Comisión Geológica de México, la cual, tenía incumbencia nacional. Este episodio también significativo para Aguilera ya es que el momento en que él mismo también proliferara su quehacer como geólogo. La nueva Comisión Geológica tenía la encomienda de estudiar de forma sistemática el suelo mexicano con el fin de desarrollar diversas industrias en beneplácito del país. La premisa de dicha tarea era la elaboración de una carta geológica y una carta minera de la República Mexicana. Entre tanto, ya se discutía en el Congreso la iniciativa de Antonio del Castillo y del Secretario de Fomento para formar un Instituto Geológico.

En este intervalo de su reseña, José G. Aguilera permite dar lectura a la influencia y respaldo que tenía el geólogo Del Castillo en el ámbito político con respecto a su proyecto científico-institucional: “Es de justicia reconocer aquí la empeñosa iniciativa del Sr. A. del Castillo, y la entusiasta acogida que la idea de la creación del Instituto encontró en la ilustración del Sr. General Carlos Pacheco, Secretario de Fomento, así como la protección decidida del señor Presidente de la República, General Porfirio Díaz”.<sup>369</sup> Ello demuestra el empuje que recibió la geología mexicana por parte del gobierno en cuestión, esto sin demeritar la constante iniciativa de Del Castillo, aquí el auge de la ciencia geológica (en cuanto competió al Instituto Geológico) se lee a razón del binomio ciencia y Estado.

De Antonio del Castillo, se enlistan, según Aguilera “los más importantes por su influencia en el conocimiento y adelanto de la geología mexicana” trabajos publicados en la segunda mitad del siglo XIX, y se concreta a cuatro: “Nota sobre el corte geológico de Mazatlán á Durango”, “Adelantos de la Geología y Paleontología del Valle de México”, “Paleontología y Geología del Valle de México”, “Cortes geológicos de pozos artesianos” y “Säugethier reste aus der Quartär-Formation des Hochthles von Mexico”. Aunque la gran obra de Del Castillo a los ojos de Aguilera la constituye el hecho de que “por su iniciativa é influencia”, la aportación más contundente de Del Castillo fue la creación y dirección de la Comisión Geológica y el Instituto Geológico de México, instituciones que sellaron numerosos estudios geológicos los cuales eran dirigidos por este connotado geólogo. Aguilera continúa dedicando varias páginas en referencias de trabajos realizados por varios geólogos. En ellos desglosa la relevancia de sus aportaciones y su autor. Los trabajos más

---

<sup>369</sup> Aguilera, 1904: 67.

recientes a la fecha de publicación de la reseña de Aguilera y que él mismo alude, son los de O. C. Farrington, W. H. Weed, Ordóñez, Aguilera, R. T. Hill, T. L. Laguerenne, Weidner Federico, F. de P. Zárate, entre muchos otros.

Finalmente, ¿qué concluir después de la revisión y análisis de tan vasta y cuantiosa reseña? ¿Cuál era la situación de la ciencia geológica en el Porfiriato? Aguilera cierra en las últimas páginas de su reseña con contundentes conclusiones que permiten dimensionar la situación de la geología mexicana en tiempos de Porfirio Díaz. Al respecto el geólogo escritor argumenta que la situación de la geología mexicana –al menos hasta 1904 que es cuando se publica su trabajo– que, en cuanto a la literatura, desde luego que es numerosa. En cambio, para él, la ciencia geológica en México no ha alcanzado su plenitud, “está todavía en su infancia”. El autor considera que en ese momento la geología vive un momento importante, pues aún está por descubrir realmente el suelo nacional.

También señala que la mayoría de los trabajos que aplican la geología en distintos ámbitos, son meramente descriptivos y apenas esbozan algo de la ciencia geológica, salvo esporádicas excepciones. Indica que la Mineralogía no cuenta con más conocimiento científico puro que la geología, a pesar de sus numerosos estudios. Concluye con que la “síntesis mineralógica y geológica no han empezado todavía su desarrollo en nuestro país, y la meteoritología no cuenta sino con alguna que otra imperfecta descripción de caídas de meteoritas, y análisis y descripción de las meteoritas conocidas”.

En tanto, para intentar dimensionar este largo proceso, empleamos una analogía histórica que nos remite a la experiencia de Kant y la Ilustración. Se puede decir, que el estadio de la geología mexicana desarrollado entre la fundación del Real Seminario de Minería en 1792, el primer curso de Mineralogía de 1795 y la institucionalización y trabajos de la geología en el Porfiriato (1888-1904), fue para Aguilera, lo que para Kant fue la Ilustración hacia las últimas décadas del siglo XVIII. Esto, si se sitúa a la geología mexicana como un movimiento y un quehacer humano de espíritu racional con dirección a la perfección (progreso). Así pues, Kant refirió que “la ilustración es la salida del hombre de su autoculpable minoría de edad”.<sup>370</sup> Aunque el geólogo Aguilera señala que la geología

---

<sup>370</sup> Felipe González, “Immanuel Kant, respuesta a la pregunta: ¿Qué es la Ilustración? (1784)”, pp. 1-5. [https://geografiaanal.files.wordpress.com/2013/01/kant\\_ilustracion.pdf](https://geografiaanal.files.wordpress.com/2013/01/kant_ilustracion.pdf) [fecha de consulta: 12 de marzo 2017]

mexicana “está todavía en su infancia”, no obstante, él mismo propone que “la época presente [el Porfiriato] es una época de gran importancia, porque todavía está por describirse y estudiarse la mayor parte del país”. A decir de Kant, en su tiempo no se vivía en una época ilustrada, aunque sí la consideraba de Ilustración. En este tenor, la geología mexicana pasaba por un proceso inacabado para el periodo en que José G. Aguilera escribía su reseña. Para entonces (1904), la ciencia geológica de México tenía vías firmes para alcanzar en un futuro no muy lejano el rigor científico deseable. De esta forma, se podría decir –a manera de paráfrasis con Kant– que la geología mexicana vivía durante el Porfiriato un momento de lucidez (ya como geología moderna) más no un estadio netamente lucido.

Otro parámetro que se podría emplear para matizar la situación de la geología descrita por Aguilera en su reseña, es *la edad heroica de la geología mexicana*, la cual, según Azuela Fernández, va de 1795 a 1895. En Aguilera encontramos elementos coyunturales coincidentes, pues éste converge en que la geología mexicana recibió un gran avance a partir de la cátedra de Andrés M. del Río (en 1795) y señala también la importancia de la institucionalización de geología con Antonio del Castillo a fines del siglo XIX. La diferencia es que Aguilera matiza un repunte del quehacer geológico nacional que se da entre 1872 y 1888. Para exponer de mejor manera las etapas distinguidas por el autor y nuestra propuesta espacio-temporal de la edad heroica de la geología mexicana, diseñamos el siguiente esquema:

**Tabla 21.** *La edad heroica de la geología mexicana vista por etapas: 1795-1906*

<b>Las fases de desarrollo de la geología que identificamos en la reseña</b>				
1. La geología prehispánica	2. La geología novohispana (1492-1792)	3. La geología del México independiente (1795-1872)	4. El florecimiento de la geología mexicana (1872-1888)	5. La geología moderna mexicana (1888-1904)
<b>Nuestra propuesta</b>				
Pre-geología	1. Inicio del proceso de modernización (1795-1804)	2. Fase intermedia de la <i>edad heroica de la geología mexicana</i> (1805-1887)		3. Concreción (1888-1906)

Elaboración propia.

La reseña histórica y de paso bibliográfica que elaboró el geólogo Aguilera no es de menor importancia, pues en ella se refleja el ritmo, altibajos, instituciones, comisiones, obras

y actores que formaron parte del desarrollo de la geología mexicana entre el siglo XV y los primeros años del siglo XX. Si en ello se quisiera hacer más estudios de historia de la ciencia con particular atención en la Geología, este trabajo constituye un referente obligado e indispensable para rastrear los estudios y profundizar en las raíces de la historia de la ciencia geológica de México.

Que mejor que desentrañar la situación de la geología mexicana en el Porfiriato, que, a la luz de un eminente geólogo mexicano, autor y protagonista de la época donde la geología mexicana había alcanzado un carácter moderno y autónomo. A través de esta reseña el autor nos permite vislumbrar a largo plazo la forma en que se desarrolló y se transformó la ciencia geológica en México. Señaló puntualmente las coyunturas y episodios que marcaron un antes y un después en el desenvolvimiento geológico del país, por ello, nos centramos únicamente en este texto.

#### **4. DEL CASTILLO, AGUILERA Y ORDÓÑEZ SUS APORTACIONES A LA GEOLOGÍA MEXICANA**

El quehacer geológico de nuestra trilogía profesional, nos ha remitido a vislumbrar sus contribuciones a la ciencia geológica en función de dos aspectos: el primero, con sus estudios (a través del empleo de la Geología) impactaron una serie de campos de acción científica como la Sismología, la Paleontología, la Petrografía, la Hidrología, la Geología petrolera, la Minería, etcétera; y derivado de lo anterior, su quehacer científico-geológico concretó a la Geología como disciplina moderna en nuestro país. Lo que nos llevó a conectar su labor desempeñada entre 1888 y 1906 como parte fundamental de un proceso más longevo: *la edad heroica de la geología mexicana*, y que tiene que ver con la experiencia que sufrió la ciencia geológica para consolidarse. En otras palabras, las aportaciones de estos geólogos van de lo particular (en distintos campos acción) a lo general (al confinarse el *cierre categorial* de un proceso científico). En ese sentido, nos centramos en trabajar con la muestra de contribuciones (entendidas como obras-acto unidad) que hemos abordado en esta investigación.

En ese sentido, se ha ponderado en algunos estudios como el de Enrique González<sup>371</sup> que la geología moderna de México hunde sus raíces en la creación del Instituto Geológico de México, cuyas tareas primordiales consistieron en la elaboración de un mapa geológico y uno minero. Y desde luego, fueron síntomas del progreso geológico en nuestro país, momento en que esta disciplina alcanzó su carácter moderno. Asimismo, se pondera el periodo denominado *edad heroica de la geología mexicana* entre 1795 y 1895.<sup>372</sup> En ese tenor, tanto González<sup>373</sup> como Uribe Salas y Cortés<sup>374</sup> respaldan la idea de Morán-Zenteno y Lomnitz que señalan que:

Hay tres hechos sobresalientes que indican el dinamismo de las Geociencias en México en la primera década del siglo XX: 1) el inicio de la participación de científicos profesionales en la exploración de hidrocarburos con la localización del pozo Pez No. 1, el cual fue perforado y terminado en abril de 1904 con una profundidad total de 550 m, hecho que marca el inicio de la producción petrolera comercial en México; 2) la función de la Sociedad Geológica Mexicana (SGM) en 1904; y 3) la celebración del X Congreso Geológico Internacional en la Ciudad de México en 1906, que tuvo entre otras consecuencias la preparación de 31 libros-guía de excursiones geológicas de diferentes regiones de nuestro país, así como la enriquecedora presencia de investigadores de diversos países.<sup>375</sup>

Al respecto, creemos que no se pueden entender estos tres “hechos sobresalientes” sin contemplar la fundación del Instituto Geológico de México (IGM) como parte de estos distinguidos eventos, pues de esta institución emanaron, en gran parte, los aspectos señalados por Morán-Zenteno y Lomnitz, así como el Primer Bosquejo Geológico de la República Mexicana, cuyo trabajo permitió una aproximación más rigurosa al reconocimiento de la composición física del suelo y la superficie de nuestro país. Y, asimismo, no se puede comprender que el proceso denominado *edad heroica de la geología mexicana* culmine sin la inclusión de dichos actos ocurridos entre 1904 y 1906. Pues el corte cronológico de la *edad heroica...* concluye –según Azuela– en 1895, año en que pereció Antonio del Castillo. Nuestro supuesto teórico estriba en que el trayecto que experimentó la geología mexicana para estimarse como moderna, debe abarcar desde 1795 hasta 1906, pues el hilo conductor que hemos seguido entre 1888 y 1906 nos ha permitido conjeturar que se trata del *cierre*

---

<sup>371</sup> González, 2004: 125.

<sup>372</sup> Azuela, 2009: 100.

<sup>373</sup> González, 2004: 125.

<sup>374</sup> Uribe y Cortés, 2006: 514-515.

<sup>375</sup> Morán y Lomnitz, 2000.

*categorial* de la geología mexicana y debe constituirse como la fase final de la *edad heroica de la geología mexicana*.

Recurrir a la teoría del *cierre categorial* nos permite exponer de mejor manera el quehacer geológico que desarrollaron Del Castillo, Aguilera y Ordóñez con relación al impacto o progreso generado en la disciplina misma. Toda vez, que hemos distinguido en su labor efectuada en el periodo de 1888 a 1906, una serie de procesos concluyentes, más no definitivos, que derivaron de sus múltiples obras, y terminaron por constituir a la geología mexicana como ciencia moderna y autónoma,<sup>376</sup> a partir de la reproducción, adaptación y aplicación de los parámetros de la geología moderna europea (que se canalizaron desde el siglo XVIII a través estudios, hombres de ciencia, congresos internacionales, asociacionismo científico en el extranjero, etc.), por supuesto, con la particularidades, propiedades, necesidades y cultivo de la comunidad geológica de México. Por ello, proponemos considerar a dicho periodo de acción, como la fase final de la *edad heroica de la geología mexicana*.

De este modo, podemos apreciar las aportaciones de estos tres geólogos a la ciencia geológica mexicana entre 1888 y 1906, y que sustentamos en esta investigación. Son los principales actores que confinaron la concreción de una nueva fase histórica y epistémica de una disciplina en nuestro país, con cada una de las ideas, proyectos y tareas materializadas y, que hemos tratado de abordar a lo largo de este trabajo. Para reforzar nuestro argumento, nos apoyamos en tres planteamientos teórico-metodológicos a fin de dimensionar de mejor forma esta discusión, por un lado, la relevancia del IGM como una especie matriz que sistematizó y orientó a la geología de 1888 en adelante; por otra parte, vislumbrar el proceso de la *edad heroica de geología mexicana* como un sistema de acción socio-científico que se constituyó por múltiples obras-acto unidad y desde luego, comprendidas por etapas de desarrollo; y

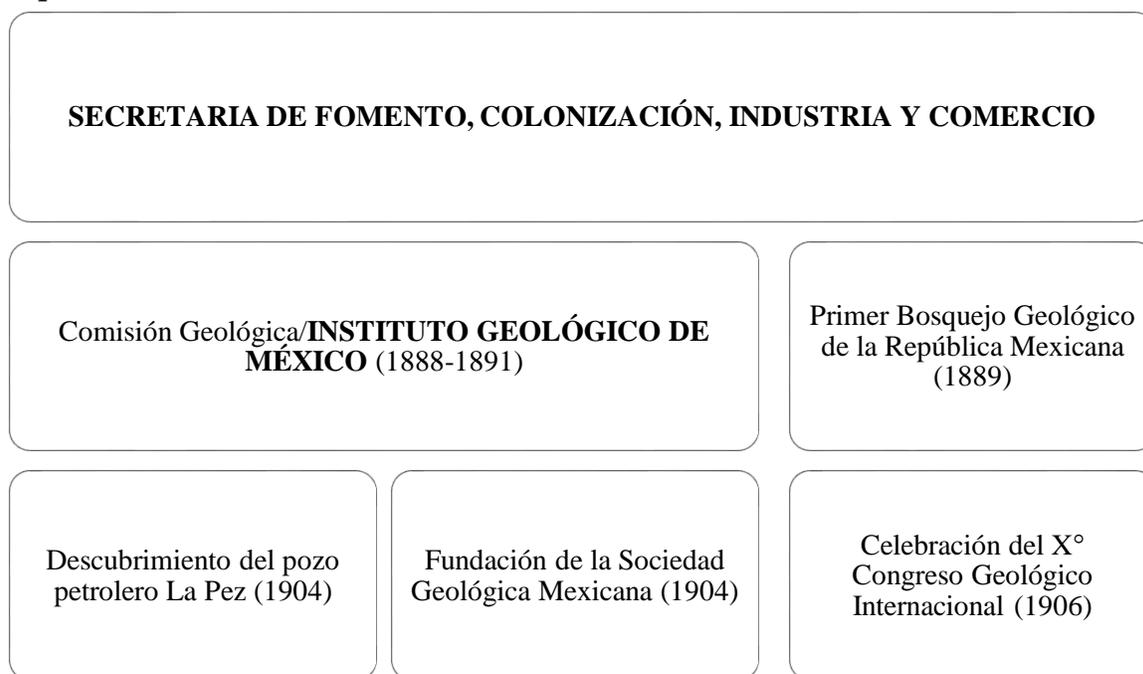
---

<sup>376</sup> El proceso denominado *edad heroica de la geología mexicana* debe vincularse a la obra de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez del periodo de 1888 y 1906, ya que es ahí donde podemos fijar el *cierre categorial* de la ciencia geológica, y por *cierre categorial*, entendemos que: “toda ciencia es una categoría, pero que ésta se constituya exige que tenga lugar el *cierre de un campo*, es decir, que los términos del campo queden conectados de forma tal que no pueden relacionarse con otros (*cierre fijo*), pero al mismo tiempo se admite al cerrarse un campo, siempre hay elementos o se producen elementos que queden flotando en el campo, es decir, libres para otro nuevo cierre. Que al producirse el (un) cierre de (en) un campo científico haya elementos que resulten ligados a él, constituye la apertura del campo de la que depende la necesidad del progreso científico”. Véase: María Isabel Lafuente Guantes, “Una consideración del cierre categorial de G. Bueno como perspectiva materialista de la ciencia”, en: *Revista Ágora. Papeles de Filosofía*, vol. 32, núm. 1, 2013, p. 74.

finalmente, analizar los hechos sobresalientes entre 1888 y 1906 en contraste con los actos más discretos de la historia geológica del Porfiriato.

La constitución y operación del IGM entre 1888 y 1891, configuró el ritmo y dirección de la ciencia geológica en México, es decir, estipuló una serie de parámetros normativos que definieron el esquema laboral de los profesionales empleados por esta instancia. Según Douglass North, la funcionalidad de una institución es regular la conducta humana e inferir en la racionalidad de toma de decisiones. Y esta regulación, a su vez, es parte de las extensiones reglamentarias del Estado.<sup>377</sup> En esta lógica, concebimos al IGM como una matriz de acción que orientó y materializó múltiples tareas y hechos destacables entre 1888 y 1906. Desde luego, en ese marco de operación, se derivaron obras-acto unidad como el primer Bosquejo Geológico, el descubrimiento del pozo La Pez, la creación de la Sociedad Geológica Mexicana y la celebración del X° Congreso Geológico Internacional.

**Esquema 2.** *La matriz institucional de los hechos sobresalientes de 1889 a 1906.*



Elaboración propia.

Las “reglas del juego” (diría North) del IGM direccionaron a la geología mexicana en múltiples tareas que apelaban al progreso científico e industrial del país. Muestra de dicha

<sup>377</sup> Douglass C. North, *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*, México, Fondo de Cultura Económica, 1990, pp. 13-15.

orientación institucional, fueron sus estatutos, que fungieron como parámetros ideados para dar forma a la interacción socio-científica de los geólogos con relación a tareas vitales comandadas por dicha institución y que tendrían injerencia nacional.<sup>378</sup> Por supuesto que, con esto no pretendemos establecer que fue el gobierno quien manipuló la pauta y dirección de los estudios geológicos en dicho periodo, más bien, lo aludimos para fortalecer la tesis de que las contribuciones de nuestro trilogía profesional contribuyeron en el progreso de la ciencia mexicana en un determinado espacio-tempo.

Artículo 1. El objetivo del Instituto Nacional Geológico es practicar y dirigir el estudio geológico de territorio mexicano, dándole a conocer bajo los puntos de vista científica e industrial;

Artículo 2. Son obligaciones del Instituto Nacional de Geología:

I.- Formar y publicar los mapas geológicos y mineros de la República Mexicana con sus Memorias respectivas.

II.- Hacer y dar a la luz mapas geológicos especiales y estudios de regiones interesantes del país, como distritos mineros, formaciones fosilíferas, grandes dislocaciones de terrenos (fallas), cañones, grandes cuencas, volcanes, grutas, etc.<sup>379</sup>

Los estatutos del IGM, también funcionaron como orientación normativa entre el gobierno federal y el grupo de geólogos que laboraron bajo mando de esta institución. Es decir, establecieron la relación profesional-cliente que Parsons estipuló, y que, para este caso, se fijó como geólogos-gobierno y, además, ponderaron la naturaleza de dicha relación, la cual estribaba en servir a la nación a través de la práctica y estudios geológicos.<sup>380</sup> Esto refuerza nuestro planteamiento de que la *edad heroica de la geología mexicana* tendría que extenderse hasta 1906, pues no deben desligarse los actos sobresalientes del albor del siglo XX, ya que son reflejo del programa establecido en la encomienda del IGM en un periodo en el que Del Castillo y principalmente Aguilera y Ordóñez interactuaron en la cúpula de operación de dicho instituto. Pues de éste emanaron las propuestas de investigación y proyectos que derivaron de las políticas públicas del gobierno en turno y que canalizaba a través de la Secretaría de Fomento.

---

<sup>378</sup> *Ibid.*

<sup>379</sup> Uribe y Cortés, 2006: 511.

<sup>380</sup> Parsons, 1968: 82-83; Urteaga, 2008: 174.

Como segundo momento de abstracción, concebimos a la *edad heroica de la geología mexicana* como un *sistema de acción* socio-científico que se caracteriza por establecer un orden (geología moderna y autónoma como meta) e interdependencia de las fases y actores relacionados en dicho proceso.<sup>381</sup> En esta ocasión, atisbamos a dicho sistema como un ente social de carácter geológico-científico que está en constante movimiento, pues sus actores desarrollaron investigaciones y prácticas científicas, propusieron teorías y desbancaron a otras, hicieron descubrimientos o estudios que abonaron al progreso de la Geología hacia a un estadio autónomo y moderno.

**Esquema 3:** Sistema de acción de la “*edad heroica de la geología mexicana*” 1795-1906.

<b>FASES</b>	<b>Inicio</b>	<b>Desarrollo</b>	<b>Concreción</b>	<b>Actores que lideraron los actos unidad de la tercera fase</b>
<b>ESTADIOS</b>	<b>Pre-geología</b>	<b>Estadio intermedio</b>	<b>Geología moderna</b>	
<b>PERIODOS</b>	<b>1792-1804</b>	<b>1805-1887</b>	<b>1888-1906</b>	
<b>ACTOS UNIDAD</b>	Fundación del Real Seminario de Minería (1792)	Estudios de viajeros y expediciones científicas	Fundación del Instituto Geológico de México (1888)	Antonio del Castillo
	A partir de 1795 se imparte la cátedra de Oricognosia, Geognosia y Arte de Minas por Andrés Manuel del Río	Escuelas de Minas de todo el país	Bosquejo Geológico de la República Mexicana (1889)	Antonio del Castillo
		Comisiones geológicas transitorias	Localización del pozo petrolero Pez No. 1 (1904)	Ezequiel Ordóñez
	Expedición científica de Humboldt en Nueva España	Estudios regionales de la comunidad geológica mexicana	Fundación de la Sociedad Geológica Mexicana (1904)	José G. Aguilera
		Sociedades científicas	Celebración del Xº Congreso Geológico Internacional en México	José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez
		Exposiciones Universales y Congresos Geológicos Internacionales		

Elaboración propia con base en: Parsons, 1968: 81-83.

<sup>381</sup> Celia Duek y Graciela Inda, “La teoría de la estratificación social de Parsons: una arquitectura del consenso y de la estabilidad del conflicto”, en: *Revista THEOMAI. Estudios críticos sobre Sociedad y Desarrollo*, núm. 29, primer semestre 2014, p. 156.

A este sistema de acción le hemos asignado fases (de desarrollo), estadios (situación de la Geología), periodos (tiempo de cada etapa) y, naturalmente, incluimos a los principales agentes sociales (los geólogos en cuestión). De este modo, el siguiente esquema vislumbra nuestra propuesta espacio-temporal de la subdivisión por fases y actos unidad de la *edad heroica de la geología mexicana*, y expresa, en cierta medida, la síntesis de nuestra presunción teórica, con relación a las contribuciones de Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez a la ciencia geológica.

El esquema anterior nos permite observar las principales aportaciones de los profesionales en cuestión, así como la trascendencia que tuvieron y, a la vez, podemos decir que adquirieron un papel fundamental dentro de un sistema de acción social que tenía como principio el desarrollo y la racionalidad científica de la Geología en México. Con base en estos supuestos, podemos decir que el quehacer geológico de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez fue fundamental y decisivo para la consolidación de la disciplina, entre 1888 y 1906. No podemos comprender la historia de la geología moderna de México sin contemplar sus contribuciones como determinantes de la ciencia geológica misma.

Finalmente, como tercer elemento de análisis y para terminar de dimensionar el impacto de la obra de estos personajes, distinguimos dos niveles sintomáticos del progreso y modernidad de la geología mexicana entre finales del siglo XIX y principios del XX. En primer orden, colocamos los eventos históricos que determinaron a largo plazo el desarrollo de la geología mexicana, y fungen como coordenadas para distinguir el progreso de la ciencia geológica: tales como la fundación del Instituto Geológico de México (1888), la elaboración de la primera carta geológica de referencia nacional (1889), el descubrimiento del pozo petrolero de La Pez (1904), la fundación de la SGM (1904) y el Xº Congreso Geológico (1906). En segundo nivel, aludimos a los eventos aislados históricamente, que también fueron síntomas de modernidad, y que, desde luego, forman parte del desarrollo tanto de la geología como del geólogo en sí. Muestra de ello, lo vimos en las tareas que emprendió Aguilera con sus primeros estudios sismológicos en Sonora y su estudio geológico de carácter regional (1887), la aportación de Ordóñez al campo de la Arqueología y la Historia con la evidencia científica del origen geográfica de la Piedra del Sol a principios de la década de 1890, los estudios hidrológicos de la Cuenca de México, los cuales independientemente de sus

resultados, tuvieron impacto en la agricultura y el mejor aprovechamiento de los recursos hidrológicos.

A primera vista, se puede decir que son los eventos de mayor trascendencia de la geología mexicana en los albores del siglo XX, los cuales forman parte de un estadio de progreso significativo de la ciencia geológica nacional. A decir de estos notables sucesos, nos encontramos a las figuras de los geólogos Ezequiel Ordóñez (pozo petrolero de 1904) José G. Aguilera (fundación de la SGM, 1904) y en el caso del X° Congreso Geológico Internacional, tenemos a ambos. Regularmente la literatura geológica del periodo resalta estos notables logros, y deja, de algún modo, en rezago quehaceres geológicos que en nuestra opinión tienen suma importancia para la sociedad o de algunos sectores en específico.

A estos trascendentes sucesos de la geología mexicana los entenderemos como los eventos que marcaron una persistencia histórica de larga duración, a decir de Fernand Braudel.<sup>382</sup> ¿En qué sentido relacionamos dicha cuestión con el concepto de larga duración? Primero, no nos referimos con sucesos o eventos de notable importancia a lo que se entiende por historia de acontecimientos, o temporalidades de corta duración que se encuentran bloqueadas por la restricción temporal. Más bien, las vinculamos a la noción de larga duración bajo la siguiente lógica.

El Instituto Geológico de México (1888), pasó de ser una entidad gubernamental a una institución universitaria (1929) de la máxima casa de estudios de México, la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente el Instituto de Geología de la UNAM, emprende una serie de investigaciones científicas encausadas en el campo de las ciencias de la Tierra y constituye un referente nacional que se fraguó desde el siglo XX. Sin embargo, recordemos que la historia de la fundación del primigenio Instituto no se remite al año de 1888, sino a la figura del geólogo Antonio del Castillo, quien desde las primeras décadas de la segunda mitad del siglo XIX manifestaba su inquietud por un proyecto de esta envergadura. Ello implicó, sin lugar a dudas una condicionante en el ritmo histórico de la geología mexicana, se involucraron distinguidos científicos y políticos del Porfiriato para finalmente

---

<sup>382</sup> Leticia Gamboa Ojeda, “Fernand Braudel y los tiempos de la Historia”, en: *Revista Sotavento*, vol. 1, núm. 2, 1997, p. 35-45.

fundar dicho Instituto en 1888. Desde entonces, hasta la actualidad aquella iniciativa de Del Castillo, permeó en la historia de una ciencia y a varias generaciones de geólogos del país.

En ese tenor, se encuentra el hallazgo hecho por Ordóñez del pozo de La Pez en San Luis Potosí (1904), y que según Morán-Zenteno y Lomnitz inicia con ello la producción petrolera comercial en México. Si lo vemos desde la óptica de Braudel, quién pensaría en ese momento del descubrimiento que la industria petrolera se convertiría en una de las principales fuentes de la economía nacional a lo largo del siglo XX e incluso en lo que va del siglo XXI. Desde luego que este evento histórico-geológico efectuado por Ordóñez, décadas más tarde se traduciría en “persistencias que conciernen tanto a la vida material como a la vida cultural de las sociedades”.<sup>383</sup>

La fundación de la Sociedad Geológica Mexicana (1904) por iniciativa del geólogo Aguilera corre con la misma suerte que las anteriores. A la luz de larga duración, esta Sociedad debe leerse desde antes de su creación y después de, ya que es parte de la iniciativa de Aguilera quien, relacionado y empapado del mundo científico de la época, buscó reproducir una tendencia de asociación científica que estuvo muy presente en el México decimonónico, y desde luego, en otros países. Asimismo, vista después de su creación, esta Sociedad continúa emprendiendo estudios y sigue sesionando en el mismo sitio que dispuso el geólogo Aguilera desde su fundación (en el edificio del hoy Instituto de Geología). Así pues, continuando con el señalamiento de Morán-Zenteno y Lomnitz, el X° Congreso Geológico Internacional celebrado en la Ciudad de México, se vincula a un proceso mucho más longevo y competente a la historia del acontecimiento. En este sentido se lee el progreso de la geología mexicana gestada entre 1888 y 1906.

Empero, ¿dónde están los eventos regionales que a la sombra de estos significativos sucesos guardan discreción en la historia geológica? Por ejemplo, el impacto que generó la geología en la transformación de la minería de metales preciosos en su tránsito a la explotación masiva del petróleo. O qué decir los estudios geológicos en beneplácito de otros sectores exógenos a la minería. Éstos también son los síntomas del cambio, de la fase de concreción de la geología mexicana, del quehacer geológico de Del Castillo, Aguilera,

---

<sup>383</sup> Gamboa, 1997: 40.

Ordóñez y demás geólogos de la época. Y esto, por supuesto, en su estricto sentido del concepto, son evidencias de las contribuciones de dicha trilogía.

A estos últimos, al parecer, se guardan en la lógica de la historia de acontecimientos de corta duración, lo cual bloquea su impacto temporal, según Braudel.<sup>384</sup> Por ello, estos estudios geológicos deben ser ligados a una estructura histórica más amplia, deben adscribirse en la memoria de larga duración, como parte -por ejemplo- de la *edad heroica de la geología mexicana*. Deben vincularse a los hechos más notables para así desentrañar de mejor manera un escenario histórico. Porque estas particularidades de la historia geológica, permitirían comprender de mejor forma la obra científica de los geólogos en estudio y así establecer una dimensión más completa del impacto de sus contribuciones.

Establecer esta dicotomía de relevancia histórica, no implica una desconexión entre los acontecimientos más notables y los más discretos. Al contrario, ello conlleva a una comprensión histórica más completa de la ciencia geológica. La brecha se acorta entre las coordenadas referentes de la geología y el quehacer geológico medido por la historiografía. A partir de las tareas designadas en el Instituto Geológico de México, se encuentra precisamente la conexión entre un referente histórico (el Instituto) y una actividad que se haya en la discreción de la historia (estudio geológico regional). Para matizar esta idea, véase el caso de los geólogos Aguilera y Ordóñez, que comisionados por el Instituto Geológico emprendieron estudios en el estado de Michoacán, donde a partir del hallazgo considerable de ejemplares fósiles en Huetamo, determinaron una potente formación cretácica.<sup>385</sup>

Seguido de ello, estos profesionales estipularon la altura sobre el nivel del mar de 18 lugares del Estado de Michoacán, incluida Morelia. Ubicaron y reconocieron fuentes termales y géiseres en el cerro de San Andrés, así como la detección de rocas riolíticas terciarias en la región de Maravatío.<sup>386</sup> En este ejemplo se puede precisar nuestra intención de distinguir de ese modo el quehacer geológico. La realización de este tipo de levantamientos de información territorial y estudios geológicos emprendidos por los señores

---

<sup>384</sup> Rómulo Eugenio Navarrete Noble, Santos Noé Herrera Mijangos, Karina Iliana Salvador Ugalde, “La Larga Duración de Fernand Braudel”, en: *Boletín Científico de la Escuela Superior Atotonilco de Tula*, Universidad Autónoma de Hidalgo, vol. 1, núm. 2, julio 2014 <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/atotonilco/n2/e3.html> [consulta: marzo 2019]

<sup>385</sup> Salazar, 1932: 449.

<sup>386</sup> *Ibid.*

Aguilera y Ordóñez a partir de una diligencia del Instituto Geológico, podemos atisbar las particularidades de la tierra mexicana, de las intimidades geológicas de las diversas regiones del país, datos tan elementales como el tipo de roca, la antigüedad de su suelo, de las riquezas naturales que aguarda una zona y, a la vez, permite, desentrañar el alcance de los geólogos en cuestión, comprender de mejor manera sus contribuciones al desarrollo de la geología mexicana. Y en este sentido, vincular los trabajos geológicos (concebidos como partículas) a una visión más general de la historia de México.

En este entendido, estaríamos atisbando los matices del progreso de la geología mexicana, vistos los logros suscitados entre 1888 y 1906 desde el enfoque de larga duración, podemos decantar un desarrollo desde el quehacer geológico de Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez, pues sus contribuciones forjaron distintas estructuras permanentes en la vida académica, política, institucional, económica y científica del país. Su quehacer geológico fue muy amplio, y por supuesto, que no fueron los únicos de deslumbraron con sus contribuciones, vasta revisar la literatura geológica del siglo XIX y, en particular, trabajos de Azuela, Uribe Salas, Morelos Rodríguez, Escamilla González, Guevara Fefer, Moncada Maya, entre otros, que enlistan un notable número de hombres de ciencia de la Tierra que han coadyuvado en el progreso científico del país.

## **CONCLUSIÓN**

La geología representó un papel fundamental dentro de las actividades más relevantes del episodio porfiriano en términos científicos e incluso económicos. El desempeño de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez, sin duda, coadyuvó en la confinación de una geología mexicana moderna. La diversificación de la pujante industria minera en México –en cierta medida– lleva el sello de los geólogos en cuestión, su pericia y vastos conocimientos les permitió concretar muchos de sus proyectos, que, desde su individualidad nacieron para catapultarse como empresas de impacto nacional. Su quehacer geológico se adosa a los más grandes eventos que marcaron la historia de la geología del Porfiriato, pero, a la vez, se confina a las labores más nobles y poco reconocidas de su historia.

En este sentido, la geología moderna mexicana debería leerse en función de dos tipos de impacto geológico: primero, de los eventos que confinaron a la ciencia geológica de

México, a ser digna del reconocimiento de la memoria histórica a largo plazo; y segundo, las labores que han estado más en la discreción histórica y que también son síntomas fidedignos de una geología moderna nacional, en cuya esencia se encuentra la vocación científica de nuestra trilogía. Los primeros nos ayudan como coordenadas históricas para comprender los procesos que han marcado un antes y un después en el desarrollo de la geología mexicana y, los segundos, permitirían de forma más particular, comprender las fibras del quehacer geológico para aproximarnos más de cerca a los protagonistas de aquellos notables avances científicos.

## CONCLUSIONES

Naturalmente, buscamos la verificación de nuestra hipótesis en este último apartado. En ese sentido, nos direccionamos a reflexionar sobre qué tan fundamental fue la obra de Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez en la consumación de la geología mexicana como disciplina moderna, toda vez, que como lo discutimos a lo largo de esta investigación, se ha escrito bastante sobre la obra de estos tres actores, más no se ha analizado la cuestión de qué tan importante o decisiva fue o no su obra científica para la disciplina geológica en México. Lo cual nos ha traído a repensar lo imprescindible que fue el quehacer geológico de estos tres científicos en términos de la construcción de la geología misma.

En esta lógica, tenemos el objetivo de verificar nuestra presunción teórica, la cual reside “en el supuesto de que la obra científico-geológica de Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez fue fundamental y decisiva para la concreción de la disciplina, entre los años 1888 y 1906. Su quehacer geológico resulta ser imprescindible para comprender la historia de la geología moderna de México, toda vez, que sus aportaciones determinaron a la ciencia geológica misma”. En este sentido, la comprobamos a partir del establecimiento de tres ejes con la finalidad de proporcionar un análisis más integral de las aportaciones de estos personajes.

### **I. LA EDAD HEROICA DE LA GEOLOGÍA MEXICANA COMO REPRODUCCIÓN DE LA EXPERIENCIA EUROPEA**

Al referirme a la experiencia europea, no es otra cosa que la *edad heroica de la geología* en Europa. Con ello busco exponer cómo fue la transferencia y reproducción de los paradigmas que definieron a la geología como ciencia moderna en México, es decir, referir los puentes de vinculación científica y metodológica que fueron forjando gradualmente a dicha disciplina en nuestro país, entre finales del siglo XVIII y a lo largo del siglo XIX. Esto se traduciría en un intento por ilustrar de qué manera se reprodujo en México el proceso del *cierre categorial* de la geología europea.

En uno de los estudios referentes de la historiografía geológica, autoría de Uribe Salas, se expone que “José G. Aguilera fue el heredero y continuador de la labor desarrollada

por Antonio del Castillo, quien a su vez había sido receptor y heredero del bagaje científico de Andrés Manuel del Río. De hecho, el trabajo de estos tres hombres representa el sustento teórico y metodológico tanto de la mineralogía como de la geología moderna en México”.<sup>387</sup> En cuanto a la primera parte de este argumento, me parece un tanto lineal, ya que determinar que el conocimiento científico (con relación a la Geología) se transfirió por un canal de sucesión discipular, al menos no del todo entre Del Río y Del Castillo, pues este último aunque fue discípulo de Del Río y estudió sus obras en el Colegio de Minería, hacia la segunda mitad de siglo XIX Antonio incluyó las obras de otros teóricos de la Geología, como Smith o Lyell cuyas obras desbancaron a las de Werner, mentor de Andrés Manuel. Por lo tanto, podemos decir que entre Del Río y Del Castillo se dio una ruptura paradigmática, desde luego no definitiva, recordemos que todavía hacia finales del siglo aún se estudiaba a Del Río. Mientras que entre Antonio y José Guadalupe sí pudiese dibujarse una línea más consistente de sucesión científica por la estrecha relación que se entabló desde la Comisión Geológica y luego en el Instituto Geológico.

El hecho de que diga que me parece un tanto lineal dicha conjetura no significa que esté del todo en desacuerdo con el autor, por supuesto que la influencia discipular fue significativa entre los tres personajes referidos, sin embargo, hubo múltiples elementos exógenos que interfirieron entre estos hombres de ciencia, es decir, se concibieron otros puentes de transferencia teórica y metodológica que integraron, los cuales referiremos en seguida. Respecto a la segunda parte expuesta por Uribe Salas, la trilogía científica que alude representa el sustento teórico y metodológico de la geología moderna en México, refleja, de hecho, el proceso de la *edad heroica de la geología mexicana*. Con Del Río como iniciador, Del Castillo como fase intermedia y final, asimismo, Aguilera en la etapa de concreción de la geología. A este cierre categorial que materializaron dichos actores, habría que considerar otros factores que influyeron en ellos además de la sucesión discipular.

En este sentido, vamos a indicar lo que consideramos como las principales conexiones científicas, desde luego, no las únicas, entre la *edad heroica de la geología mexicana* y la experiencia europea. El primer vínculo lo vamos a encontrar en 1795 con el primer curso de Mineralogía dictado por Andrés M. del Río, el cual incluía a la Orictognosia y la Geognosia.

---

<sup>387</sup> Uribe, 2015: 123.

Esta última era la Geología de Werner. Aquí se establece el parteaguas del proceso de modernización de la geología nacional. Seguido de ello, la expedición de Humboldt entre 1803 y 1804 significó el refuerzo de las teorías geognostas de Werner y, por tanto, de Del Río. Las obras de este último, fueron claves en la influencia y formación de los geólogos mexicanos de la primera mitad del siglo XIX, como lo fue *Elementos de Orictognosia* (1832) y el *Manual de Geología* (1841).

Otra importante influencia vino con el Segundo Imperio (1864-1867) de Maximiliano de Habsburgo. Se emprendió una expedición científica por orden de Napoleón III, cuyas secuelas fueron positivas para los profesionales mexicanos. Ya que los científicos franceses instruyeron a un pequeño grupo de hombres de ciencia en México, entre ellos A. del Castillo, quien realizó algunos estudios y clasificaciones del fierro meteórico. La transferencia de conocimientos científicos y metodológicos que propinaron los franceses a los mexicanos fue un significativo avance para la geología mexicana. En este sentido, me parece pertinente ponderar a este suceso como uno de los vínculos que dotaron ciertos elementos al proceso de concreción y enriquecieron la formación científica de Del Castillo.

El tercer puente de conexión entre la geología europea y la mexicana se gestó también hacia la segunda mitad del siglo XIX. Fue a partir del estudio de las obras geológicas de William Smith y Charles Lyell. Del primero podemos decir que entre 1813 y 1815 publicó el mapa geológico de Inglaterra y Gales. ¿Sería de la obra de Smith que Del Castillo se inspirara para idear la primera cartografía geológica de México? Recordemos que en su discurso de 1869 planteó la importancia de elaborar una carta geológica, pues entonces los Congresos Geológicos Internacionales aún no se concebían, sino hasta 1878, o ¿sería por influencia de los científicos franceses del Segundo Imperio? En cuanto a la influencia de Lyell en Del Castillo, podríamos decir que estribó en la consideración del trabajo de campo como aspecto pragmático de la ciencia geológica posiblemente la recogió de él. Además de que *Principles of Geology* de Lyell fue la obra cumbre que determinó a la geología como ciencia moderna y autónoma en Europa, posiblemente, como lo discutimos en el capítulo primero, el geólogo Antonio abstraigo el enfoque de estudio de Lyell. Definitivamente, estos estudios significaron una importante fuente científica para la geología mexicana.

Finalmente, a partir de 1878 con la puesta en marcha de los Congresos Geológicos Internacionales se gestó otro puente de transmisión de los paradigmas de la experiencia europea a la mexicana. El geólogo A. del Castillo representó a México desde la primera edición y su papel en dichos eventos fue significativo. En los CGI se debatían las teorías y métodos más novedosos de la época a nivel global, además de la interacción con sus pares de otros países, todo ello, influyó en uno de los artífices de la geología moderna mexicana. Este rubro histórico no ha sido tan explorado en función de medir con profundidad el grado de influencia que generaron dichas congregaciones para los geólogos mexicanos y cómo impactó en la geología mexicana.

Esto demuestra que la *edad heroica de la geología mexicana* consistió en la recepción, adaptación y reproducción de los parámetros teórico-metodológicos de la geología europea en distintos momentos históricos de nuestro país. Parámetros que se reprodujeron en territorio mexicano a través de la realización de estudios y tareas, por ejemplo, como el Bosquejo Geológico de la República Mexicana de 1889, cuya obra estuvo liderada por el Sr. Antonio del Castillo y en la que también formaron parte Aguilera, Ordoñez y otros geólogos. En la medida en que sus investigaciones se amalgamaban a esquemas más objetivos y concebían resultados verificables, la geología mexicana reflejaba los estándares de los europeos. De este modo, concluimos que la *edad heroica de la geología* (1780-1830) en Europa tuvo que ver con la construcción y organización de la Geología con sus estudios, teorías y sistematización metodológica que la llevaron a alcanzar una objetivación consistente, en ese momento, concretaron a la Geología como ciencia moderna y autónoma. Mientras que, para el caso mexicano, dicho proceso consistió en reproducir los parámetros de manufactura europea, y fue, precisamente, nuestra trilogía en estudio la que culminó la *edad heroica de la geología mexicana* (1795-1906).

## **II. EL IGM, LA SGM Y EL X° CGI COMO SISTEMAS DE ACCIÓN SOCIO-CIENTÍFICA**

El quehacer geológico de nuestros profesionales en cuestión lo podemos catalogar como un sistema de acción socio-científico, ya que toda acción individual influye en la sociedad, esto en la lógica estructural funcionalista de Parsons. Las obras (actos unidad) que hemos examinado en esta investigación engloban dos tipos de acción, por un lado, las fundaciones

del IGM y la SGM y la celebración del X° Congreso Geológico Internacional, y que más bien, fungieron como plataformas científicas e incubadoras de paradigmas, debates, investigaciones y proyectos geológicos, mientras que, los estudios científicos como tal (como el primer mapa geológico, los estudios sismológicos, petrográficos, etc.) y que adquirieron también la relevancia de hechos sobresalientes. En este sentido, examinaremos de forma separada al IGM (1888), a la SGM (1904) y al CGI (1906), respecto de los estudios geológico-científicos que emprendieron Del Castillo, Aguilera y Ordóñez y que abordaremos en el último apartado de estas conclusiones.

El parámetro que utilizamos para analizar al IGM, a la SGM y al CGI, lo fincamos en el sistema social de Parsons como referencia análoga. Usaremos este molde conceptual de sistema social para evocar la estructura que vislumbran dichas empresas socio-científicas que entramaron la última fase de la *edad heroica de la geología mexicana* y que significaron contribuciones sobresalientes de la ciencia en México. Según la lógica Parsoniana, atisbamos que:

La acción es un proceso en el sistema actor-situación que tiene significación motivacional para el actor individual [o para una colectividad] Un sistema social –reducido a los términos más simples– consiste pues, en una pluralidad de actores individuales que interactúan entre sí en una situación que tienen, al menos, un aspecto físico o de medio ambiente, actores motivados por una tendencia a obtener un óptimo gratificante y cuyas relaciones con sus situaciones –incluyendo a los demás actores – están medradas y definidas por un sistema de símbolos culturalmente estructurados y compartidos.<sup>388</sup>

Con base en dicho esquema conceptual, encontramos en el IGM los elementos que emplea Parsons para definir su sistema social, en ese tenor, pensemos a dicha institución como un sistema socio-científico, ya que los proyectos y estudios geológicos desplegados desde esta institución reflejan las acciones y situaciones de los individuos que laboraron en ella. En tanto que el IGM en sí mismo comprende una pluralidad de actores-geólogos que se desempeñaron en mutuo apoyo en sus tareas, dichos actores, desde luego, comparten los esquemas sintéticos metodológicos (como las clasificaciones minerales, la columna estratigráfica, etc.) de la ciencia geológica, así como la terminología especializada, además de los propios estatutos del IGM, que actuaron como símbolos estructurados y compartidos

---

<sup>388</sup> Parsons, 1951: 7.

entre dichos actores. Puesto que la operatividad del IGM fungió como plataforma de investigación geológica en beneficio del desarrollo de las industrias minera y agrícola de nuestro país, concluimos que la obra fundacional de este Instituto ideada y concretada por Del Castillo, es uno de los actos más destacados de la historia geológica de finales del siglo XIX. Toda vez, que dicha institución orientó y desarrolló múltiples tareas y estudios de prospección geológica que sirvieron de base para reproducir el quehacer geológico moderno en México.

Desde nuestro punto de vista, esta sería la obra más memorable que aportó el geólogo fundador y primer director del IGM al progreso de la geología mexicana. Gracias a la existencia de esta institución surgieron las tres obras consignadas por la historiografía como los hechos más sobresalientes en el albor del siglo XX en el ámbito geológico nacional. Ya que fue a partir de una comisión del IGM que Ordóñez pudo hacer su hallazgo petrolero en 1904, a la vez, le sirvió a Aguilera como plataforma de influencia en la creación de la Sociedad Geológica Mexicana, también en 1904. La historia no es ajena al X° CGI, cuyo evento fue operado por una comisión especial emanada del IGM, de aquí la trascendencia de la obra de Antonio del Castillo a la disciplina geológica.

En cuanto a la Sociedad Geológica Mexicana con relación al esquema social Parsonianiano, encontramos una pluralidad de actores-geólogos y no geólogos que interactuaron y compartieron sus resultados o productos intelectuales a través del Boletín y de reuniones mensuales o anuales. En este caso, Aguilera consideró incluir a un campo mucho más amplio de actores que realizaran estudios geológicos en distintas regiones del país. En ese sentido, el sistema socio-científico fue más abierto, mientras que en el IGM sólo se reducía a un selecto grupo de profesionales al servicio del gobierno y la ciencia. Si bien el esquema de la SGM no fue tan rígido y delimitado como el del Instituto, si había un sistema de símbolos científicos estructurados y compartidos, cuya esencia evocaba la motivación por generar el progreso de la geología mexicana como óptimo gratificante de los actores participantes. Concluyo, por tanto, que la creación de la SGM por iniciativa del entonces director del IGM, fue una de las aportaciones más significativas para el desarrollo de la ciencia geológica en nuestro país, e incluso, sigue siendo hasta nuestros días, de ese tamaño fue la obra de Aguilera. Pero a su vez, responde a un proceso que se remite al pasado y al contexto nacional

e internacional donde las sociedades científicas jugaron un papel elemental en la consolidación y cultivo de la ciencia moderna.

La celebración del X° CGI de 1906 en México, significó un logro más para los geólogos mexicanos, ello evidenciaba su destacado quehacer geológico ante los ojos de la comunidad internacional. Los Congresos Geológicos, de hecho, se integran por una pluralidad de actores-geólogos que interactúan entre sí a través del debate y la exposición de sus productos geológicos, etc. Estos congresistas tenían la motivación por “obtener un óptimo de gratificación”, la cual estribaba en el reconocimiento de esa pluralidad científica congregada en los Congresos. Y naturalmente, se regían por un sistema de símbolos científicos que habían estructurado en ediciones pretéritas y que compartían entre sí, y, además, reproducían en sus respectivas investigaciones, lo cual establecía un sistema de acción socio-científico de la ciencia geológica. A los CGI lo podemos catalogar como el crisol de los paradigmas más novedosos de la geología. En la edición de 1906 con sede en México, Aguilera y Ordóñez aglutinaban la mayor responsabilidad en la organización y desarrollo del CGI. Con ello, concluimos que el liderazgo de estos geólogos en la celebración de este evento, reveló el progreso conseguido en congresos anteriores, así como del éxito de sus carreras (individualmente hablando) fue lo que les valió para estar en la cúpula de aquella sesión.

En conclusión, la contribución de esta trilogía no se limitó al hecho de la idealización o materialización de proyectos, estudios, productos geológicos, etc. sino que fue más allá, los tres profesionales en estudio, fueron capaces de crear (principalmente Del Castillo y Aguilera) escenarios de interacción social de carácter científico, donde se aglutinaba una pluralidad de actores-geólogos y no geólogos en beneficio de la geología mexicana. En esa dimensión podemos vislumbrar la trascendencia de la obra de estos personajes.

### **III. LA LABOR GEOLÓGICA DE DEL CASTILLO, AGUILERA Y ORDÓÑEZ COMO *CIERRE CATEGORIAL* DE LA GEOLOGÍA MEXICANA**

En el entendido de que el quehacer geológico es la investigación científica que emprendieron José G. Aguilera con el sismo de Sonora en 1887, el primer Bosquejo Geológico de la República Mexicana dirigido por Antonio del Castillo, el estudio Petrográfico de Ezequiel Ordóñez en la determinación del origen geográfico de la Piedra del Sol, la investigación

geológica e hidrológica del Valle de México de José Guadalupe y Ezequiel y el descubrimiento petrolero de Ordóñez por referir solamente los casos que abordamos en esta investigación. Precisamente, nuestro objetivo en este apartado es demostrar cómo el quehacer geológico de los citados geólogos significó el *cierre categorial* de la geología mexicana.

Partamos de que el *cierre categorial*, alude a una serie de procesos que propician la constitución de una ciencia moderna, y para ello deben generarse ciertas condiciones, es decir, “una objetividad material que les haga segregables del sujeto; en virtud de tal relación, la formación puede llegar a alcanzar el nivel de término esencial que estructura y organiza el material del campo neutralizando al sujeto operatorio. Será entonces cuando el cierre categorial quede plasmado: [en] el momento que una construcción se organiza (se cierra)”.<sup>389</sup>

En nuestro caso, el *cierre categorial* de la geología mexicana se da a partir de que el quehacer geológico de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez integró una rigurosa metodología estructurada y organizada que reveló una objetividad en sus resultados de investigación, entonces la construcción geológica se configuró como ciencia moderna. No sería válido admitir, que antes de 1888 no se habían emprendido estudios con cierta estructura y organización y, probablemente, con resultados segregados del sujeto operatorio. Sin embargo, el desarrollo propio de geología en México antes de esa fecha, aún no reclutaba los elementos suficientes para determinarse como netamente científica moderna, o bien, se apoyaba en supuestos teóricos y metodológicos que con el tiempo fueron abatidos, y que, a pesar de ello, formaron parte del proceso de construcción de la citada ciencia.

Los casos que hemos referido en la apertura de este apartado, son el reflejo precisamente, de ese quehacer objetivo estructurado y organizado en distintos escenarios y problemáticas. Por ejemplo, la metodología empleada por Aguilera en los estudios sísmicos de Sonora en 1887, demuestra una operatividad subjetiva, pues sus resultados arrojaron datos muy precisos como la velocidad, profundidad, dirección, epicentro del sismo y sus secuelas. Además de que elaboró el primer mapa geológico de aquel estado con los esquemas sintéticos (como el uso de colores para determinar una formación rocosa en específico, etc.) que había desarrollado la geología en esa época.

---

<sup>389</sup> Álvarez, 2004: 201.

Uno de los casos más claros en que el quehacer geológico que reflejó la reproducción y adaptación del cierre categorial de la geología moderna, fue el de la Comisión Geológica, dirigida por Del Castillo, en la labor de la primera cartografía geológica de México. Con la implementación de la columna estratigráfica para exponer las eras geológicas con base en la antigüedad y composición de la superficie examinada por dicha Comisión, y demás artilugios y métodos empleados posibilitaron la denominación y distinción de las formaciones permitió la elaboración de dicho Bosquejo Geológico en 1889. Concluimos que la Carta Geológica en sí representó la organización y estructuración científica que neutralizó las intromisiones subjetivas en el resultado.

Mientras que, en el caso de Ordóñez con sus estudios petrográficos sobre la Piedra del Sol, determinaron con mayor precisión lo que hasta entonces no se había podido demostrar, el origen geográfico de este insigne monolito mexicana. El empleo del microscopio y la clasificación de petrográfica (posiblemente la francesa) le valieron para obtener un resultado objetivo y, por tanto, verificable, no en vano, el destacado arqueólogo mexicano Leonardo López Luján confirmó dicho resultado y le brindó el reconocimiento al citado geólogo.

Para cerrar, una de las evidencias más sólidas que dieron muestra de una aplicación operatoria que segregó al sujeto, fue la comprobación de que en determinado lugar había una considerable fuente de petróleo. Pero antes, en 1902, “la Comisión Geológica para la Evaluación del Potencial Petrolero en México presenta dos reportes contradictorios con sus opiniones de los resultados de sus estudios; el reporte de Ezequiel Ordóñez es muy favorable y al poco tiempo se confirmará como el correcto; el otro reporte es negativo”.<sup>390</sup> De no haberse aplicado un protocolo riguroso en la prospección geológico-petrolera probablemente se hubiera retardado el despunte en la explotación del líquido fósil. Esto evidenció el proceder operatorio científico-moderno de una investigación geológica en México que produjo resultados positivos para la ciencia misma y para la industria del petróleo.

Lo mismo podemos decir del hallazgo de pozo La Pez de San Luis Potosí en 1904. Donde Ordóñez comandó la comisión y por supuesto, tuvo éxito en sus estudios, al grado de considerarlo como pionero de la Geología del petróleo en nuestro país. La reproducción

---

<sup>390</sup> Ordóñez, 2009: 18.

teórico-metodológica en la prospección petrolera, muy posiblemente, adquirida en el Congreso Geológico Internacional de Rusia 1897, fue un elemento más que se sumó al cierre categorial de geología mexicana al demostrar con bases sólidas, el potencial de explotación petrolera en ciertas zonas del territorio nacional.

Esta serie de estudios geológicos que examinamos, reflejaron resultados objetivos y verificables con base en una construcción estructurada y organizada que finalmente terminó por anular las suposiciones subjetivas en los resultados de cada investigación. Con ello, demostramos que la geología mexicana entre 1888 y 1906 experimentó su cierre categorial como ciencia autónoma y moderna, es decir, se produjo una construcción capaz con el rigor netamente científico, principalmente, por obra de Del Castillo, Aguilera y Ordóñez, aunque no fueron los únicos, sí fueron de los más destacados. No pretendemos con esto, suponer que esta tríada fue la única en operar dicho cierre, sin embargo, por la posición que tenían en el esquema del IGM y su influencia científica les hace acreedores del liderato de la concreción del referido proceso histórico-científico.

#### **IV. CONSIDERACIONES FINALES**

De los tres geólogos en cuestión, fue Del Castillo quien abarcó la mayor parte del proceso de concreción de la *edad heroica de la geología mexicana*, por ser el de mayor edad, y haber nacido a penas en la segunda década del siglo XIX. Protagonizó desde mediados del siglo XIX una ardua e incansable labor en el campo de las ciencias de la Tierra, con particular atención en el quehacer geológico. Colaboró en prácticamente todos los gobiernos de la República de la segunda mitad del siglo XIX, incluyendo el Imperio de Maximiliano. A Del Castillo le tocó emprender o, mejor dicho, idear proyectos desde mediados de la centuria decimonónica, algunos lograron materializarse, otros sucumbieron y otros más se postergaron a la vida porfiriana, donde finalmente dieron a luz.

La trayectoria de José G. Aguilera, destacado hombre de ciencia quien también se integraría rápidamente en el campo laboral. Fue partícipe de proyectos de prospección geológica en algunas regiones del país, autor del Primer Mapa Geológico de Sonora (1887), comisionado para representar a México en exposiciones universales, etc. Gracias a la influencia, trayectoria y pericia del geólogo A. del Castillo, Aguilera formó parte de los proyectos ya materializados por su mentor. Y no por ello minoritario, también entabló con

gran aplomo la sucesión de la dirección del Instituto Geológico a partir de 1895. Bajo su mando representó dignamente a México en los eventos internacionales de incumbencia científica. Dos de sus más grandes logros en los albores del siglo XX, fueron haber logrado obtener la sede para México de la décima edición del Congreso Geológico Internacional (1906), así como la formación de la célebre Sociedad Geológica Mexicana en 1904, siguiendo la dinámica de asociacionismo científico heredada del siglo anterior.

La historia no fue ajena para Ezequiel Ordóñez, quien desde pequeño se sentía atraído por la caprichosa naturaleza mexicana. El más joven de los tres, al igual que Aguilera, formó parte los proyectos geológicos de Del Castillo. Ordóñez ascendió rápido en la cúpula del Instituto Geológico, por influencia de Aguilera y en ausencia del notable Del Castillo, Ordóñez ocupó la subdirección del Instituto en 1897. Asimismo, representó internacionalmente a México. La gran obra de Ordóñez se remite al hallazgo de una fuente petrolera en el estado de San Luis Potosí en 1904, cuando demostró que el pozo de la Pez No. 1 tenía el potencial de producción de petróleo a escala comercial.

Finalmente, nuestra investigación se encaminó en profundizar en el análisis del impacto de la obra de Antonio del Castillo, José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez a la geología mexicana. Si bien, la historiografía ha abordado casi todos los casos que hemos examinamos en esta investigación, no se ha detenido a reflexionar y profundizar en qué medida son o no trascendentales las contribuciones de la referida trilogía para la ciencia geológica de nuestro país. En ello reside nuestra contribución al entramado de estudios histórico geológicos de México, en un ejercicio por tratar de dimensionar la importancia e imprescindibilidad del quehacer geológico con relación al proceso de modernización y autonomía de la geología nacional.

Desde luego, hubo otros aspectos que no incluimos en esta investigación, y no por ello, prescindibles, como lo fueron las sociedades científicas de la segunda mitad del siglo XIX y a las cuales, en algunas estaban asociados nuestros geólogos. Tampoco aludimos el ámbito de las publicaciones científica en medios especializados o diarios, etcétera, ya que nuestra finalidad era el análisis de sus contribuciones como tal. No abordamos múltiples estudios que tampoco han sido tan explotados por la historiografía, sin embargo, creemos que fue suficiente con las muestras referidas. Tampoco, hicimos alusión al aspecto

empresarial y político de estos personajes y no por ello menos relevante. Probablemente se me escapen muchos elementos más, sin embargo, quisimos focalizarnos en los aspectos trabajados en esta investigación, pues nuestro vehículo teórico era únicamente comprobar la magnitud de sus aportaciones a la ciencia geológica, por lo que nos centramos en la concreción de la geología mexicana como ciencia moderna. Nuestra investigación no requirió de la investigación en archivo, puesto que nuestro planteamiento, más bien, estribó en abordar una cuestión que la historiografía no había considerado a fondo.

## ANEXOS

### ANEXOS CAPÍTULO I

**Tabla 1. Hombres de ciencia: contribución y fomento a las ciencias de la Tierra, siglos XVI-XVIII.**

<b>Científico o personaje distinguido</b>	<b>Origen</b>	<b>Obras</b>	<b>Aportación o colaboración</b>
G. Bauer o mejor conocido como Georgius Agricola (1494-1555): médico y farmacéutico	Alemán	<i>De natura fossilium</i> (1530) y <i>De re metallica</i> (1546)	Estudió los fósiles y propuso una clasificación basada en las propiedades físicas: dureza, lustre y facilidad para pulirlos. Se le considera el fundador de la Mineralogía, ya que a él se debe la primera descripción mineralógica.
Conrad Gesner (1516-1565): médico	Suizo	<i>De Rerum Fossilium Lapidum et Gemmarum</i> (1565)	Su obra fue el primer libro ilustrado sobre fósiles. Se basó en objetos de su propia colección y de otras de sus conocidos.
Bernardo Cesi (1581-1625)	Italiano	<i>Mineralogia, siue naturalis philosophiae thesauri, in quibus metallocae concretionis</i> (1636)	Estudió sobre los minerales y sus aplicaciones a la medicina.
Manfredo Settala (1600-1680): noble italiano	Italiano	-----	Fue coleccionista de minerales y objetos naturales. Heredó la mayor parte de la colección mineral del museo de Ludovico Moscardo. Permitiendo así la preservación de materiales de carácter geológico, con ello creó un renombrado museo.
Fernando Cospi (1606-1686): senador de la familia Medici	Italiano	-----	Distinguido coleccionista de minerales.
Lorenzo Legati Cremonese	Italiano	<i>Museo Cospiano annesso a quello del famosas Ulisse Aldrovandi</i> (1677)	Publicó en su libro, el inventario de minerales pertenecientes a Fernando Cospi, senador de la familia Medici en Bologna (Italia).
Erasmus Berthelsen (1625-1698): Catedrático de matemática y	Danés	<i>Experimenta crystalli islandici disdiaclastici</i> (1669)	Su aportación versa en el estudio sobre la doble refracción en calcita, ello motivó a un científico holandés (contemporáneo) para

medicina en Copenhague			enunciar la teoría ondulatoria de la luz.
Christiaan Huygens (1629-1695): físico, astrónomo, matemático y biólogo	Holandés	<i>De ratiociniis in ludo aleae</i> (1656), <i>Horologium Oscillatorium sive motu pendulorum</i> (1673) y <i>Traité sur lumière</i> (1690)	Uno de los científicos modernos más destacados del siglo XVII, en Física, Astronomía, Matemáticas y Biología. El rey Luis XIV, le invitó a trabajar en París, por un prolongado periodo de su vida. Sus aportaciones son sobre las matemáticas, las ciencias naturales, la óptica y la mecánica, asimismo, construyó un potente telescopio con el que descubrió el primer satélite de Saturno, en 1655, denominado Titán. De aquí que la Agencia Europea del Espacio (ESA), denominó en honor a Huygens, la sonda espacial que exploró el sistema de planetas exteriores entre 1997 y 2005. Además de que fue el primer europeo en referir a las estrellas como soles lejanos.
Olaf Christensen Roemer (1644-1710)	Danés	-----	Fue el primer astrónomo en calcular la velocidad de la luz (en 1673), entre otras mediciones.
Robert Boyle (1627-1691): químico	Inglés	<i>The Sceptical Chymist</i> (1661)	Sus aportaciones a la Química son importantes, ya que la distanció de la Alquimia. A Boyle se debe la primera definición moderna de elemento químico, el cual es incapaz de descomponerse para formar otro elemento material más elemental. A él, también corresponde la ley que regula el comportamiento del gas bajo diferentes circunstancias.
Marco Antonio Della Fratta Et Montalbano (1635-1695): marqués y minero	Italiano	<i>Trattato Catascopia Minerale quero esplorazione o modo di far saggio d'ogni miniera metallica</i> (1676) y <i>Pratica Minerale</i> (1678)	Desarrolló trabajos en minería en Alemania, Polonia y Rumania.
Niels Stensen (1638-1686): geólogo, mineralogista, médico anatomista y obispo	Danés	<i>De solido intra solido naturaliter contento dissertationis prodromus</i> (1669)	Sentó las bases de la Geología como ciencia e hizo aportes a la Cristalografía al enunciar la ley Steno.

Johann Friedrich Henckel (1679-1744): profesor y químico mineral	Alemán	<i>Pyritologie oder Kiessgeschichte</i> (1725)	Es considerado “precursor” de la prestigiosa Academia de Minas de Freiberg (Alemania). Se le reconoce por su buena cátedra, sus conocimientos en química mineral, así como por su descripción sobre la calcopirita y otros minerales.
Domenico Guglielmini (1655-1710): cristalógrafo	Italiano	<i>Riflessioni filosofiche sulla natura dei Sali</i> (1688), <i>Della Natura de’Fiumi</i> y <i>Trattato Fisico-Matematico</i> (1697), <i>De salibus</i> (1705)	Hizo aportaciones a la Cristalografía, al calcular elementos para la cristalización.
Anton Thonius Philips van Leeuwenhoek (1632-1723): biólogo	Holandés	-----	Considerado el padre de la microbiología, fabricó un microscopio simple, con el cual fomentó el estudio sobre las ciencias naturales y los minerales.
Giacinto Gimma (1668-1735): naturalista	Italiano	<i>Delle gemme e delle pietre e di tutti di minerali, ovvero fisica sotterranea</i> (1730)	Hizo estudios sobre minerales y gemas.
Maurice Antonius Cappeller (1685-1769): físico	Suizo	<i>Prodromus Crystallograpie</i> (1723)	Fue el primero en acuñar el término “cristalografía” para dicha disciplina. Hizo estudios sobre cristales minerales, su coloración y formas.
Giovanni de Bailleau (1679-1758): noble italiano	Italiano	-----	Fue conservador de las colecciones de la familia Medici, su colección privada contaba con 30,000 ejemplares, integrada por: fósiles, minerales, moluscos y caracoles. Después de vender su colección al emperador de Austria, éste le contrató para conservar y dirigir la colección imperial de minerales, en el Wiener Naturhistorisches Museum.
Franz Stephan I (1708-1765): emperador	Austríaco	-----	Emperador de Austria, fomentó la afición y estimación por las ciencias naturales y la mineralogía. Adquirió la colección de Giovanni de Bailleau en 1748.
Axel Fredrik Cronstedt (1722-1765): mineralogista y químico	Sueco	<i>Essay towards a System of Mineralogy</i> (1758)	Impulsó la sistemática mineral con base en la química. Según fue el primero en distinguir el níquel (en 1751).
Giuseppe Benvenuti (1728-	Italiano	<i>Instituzioni di Mineralogia</i> (1790)	Su trabajo consta de una recopilación de trabajos previos

1800): médico de la corte de Fernandino I			sobre mineralogía, obra calificada de poco original.
Ermenegildo Pini Barnabita (1739-1825): mineralogista	Italiano	<i>Osservazioni mineralogiche sull' miniere di ferro di Rio ed altri dell' isola d'Elba (1777), Memoir sur des nouvelles Cristallizations de feldspath et autres singularités renfermees dans les granites des environs de Baveno (1779) y Memoire Mineralogico sulla Montagne di San Gottardo (1783)</i>	Dirigió el Museo di Storia Naturale de Pavia y fue catedrático en la Universidad de Milán, impartiendo mineralogía. Hizo algunos descubrimientos de minerales en Graubunden, Suiza.
Giuseppe Gioeni D'Angio (1747-1822): profesor de ciencias naturales	Italiano	<i>Saggio di Litologia Vesuviana (1790)</i>	Emprendió estudios sobre minerales en el Vesubio.
James Hutton (1726-1797): geólogo	Escocés	<i>Theory of the Earth (1788)</i>	Postuló la teoría <i>plutonista</i> , la cual consistía en que la erosión causada por el agua llevaba los escombros al fondo de océano, luego el calor interno de la Tierra haría que se erigieran nuevos continentes. Hutton es considerado uno de los grandes pilares de la Geología.
Abraham Gottlob Werner (1749-1817): mineralogista	Alemán	<i>Von der Äußerlichen Kennzeichen der Fossilien (1774)</i>	Postuló la teoría <i>neptunista</i> , la cual versaba en que el planeta estaba cubierto de agua en su totalidad, y después el cúmulo de sedimentos y minerales dieron origen a las rocas y las montañas. Con ello daba pie a la explicación bíblica del diluvio Universal. Además fungió de profesor en la prestigiosa Academia de Minas de Freiberg.
Martin Heinrich Klaproth (1743-1817): mineralogista y químico	-----	<i>Beiträge zur chemischen Kenntnis der Mineralkörper (1795-1810) y un diccionario de química Chemisches Wörterbuch (1807-1810)</i>	Descubridor de cuatro elementos químicos: uranio (1789), zirconio (1789), titanio (1795) y telurio (1802), entre otros descubrimientos.
Dietrich Ludwig Gustav Karsten (1768-1810): geólogo y mineralogista	Alemán	<i>Mineralogischen Tabellen (1789)</i>	Se graduó en Freiberg, profesor de mineralogía y minería en la Academia de Minas de Berlín; fue conservador responsable del museo mineralógico donde

			amplió exponencialmente la colección de minerales.
Louis Jean-Marie D'Aubenton (1716-1800): zoólogo	Francés	<i>Traité de Philosophie Minéralogique</i> y <i>Mémoire sur l'Espèce Minérale</i> (1800), <i>Historie naturelle</i> (1749-1788) obra compartida con George Luis Leclerc	Fue pionero en la anatomía comparada; realizó estudios sobre petrología de las calizas, terremotos y volcanes. En 1798, D'Aubenton acompañó a Napoleón Bonaparte en su campaña a Egipto.
George Louis Leclerc conde de Buffon (1707-1788): naturalista	Francés	<i>Historie Naturelle</i> (1749-1788)	Fue amenazado por la Iglesia Católica y la Inquisición al postular que la Tierra tenía más de 6,000 años, sus cálculos estribaban en los 75,000 años, sentencia que contradecía lo establecido por la Iglesia. Una de sus respaldos teóricos, era el análisis del registro fósil. Las teorías de Buffon influyeron a Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829) y a Charles Robert Darwin (1809-1882) en sus postulados evolucionistas de las especies.
Balthasar George Sage (1749-1829): químico	Francés	Escribió un tratado de docimasia mineral en 1772	Era analista de minerales mediante el uso de la química, quien consideró que la composición química el mejor medio para identificar cada mineral, de hecho, descubrió la especie bieberita en 1791.

Elaboración propia. Fuentes: J. C. Thackyay, "Historia de la paleontología antes de Darwin", en: Pedro García, Marisol Montellano, Sara A. Quiroz, Francisco Sour, Sergio Ceballos y Luis Chávez, *Paleobiología*, México, Facultad de Ciencias / Universidad Autónoma de México, 2002, pp. 9-10; Ricardo J. Sureda, *Historia de la Mineralogía*, Tucumán, Argentina, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas / Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo / Universidad Nacional de Tucumán / Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO), Serie Colección Geológica 23, 2008, pp. 19-29; Santiago Castaño Fernández, "Concepto y desarrollo histórico de la Geología", en: *Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacate*, España, Universidad de Castilla-La Mancha / Repositorio Universitario Institucional de Recursos Abiertos (RUIdeRA), no. 1, 1987, p. 200.

**Tabla 2. Científicos destacados formados en la Academia de Minas de Freiberg: XVIII-XIX.**

Horace Bénédict de Saussure (1740-1799)	Robert Jameson (1774-1854)
Martin Heinrich Klaproth (1743-1817)	Carl Friedrich Mohs (1773-1839)
Abraham Gottlob Werner (1749-1817)	Leopold von Buch (1774-1853)
Fausto Fermín de Elhuyar y Lubice (1755-1833)	Johann Friedrich August Breithaupt (1791-1873)
Carlo Napioni (1756-1814)	Karl Friedrich Mohr (1806-1879)
Andrés Manuel del Río (1764-1849)	Paul von Groth (1843-1927)

Jean d'Aubuisson de Voisins (1769-1841)	Waldemer Lindgren (1860-1939)
Alexander von Humboldt (1769-1859)	

Elaboración propia. Fuentes: Ricardo J. Sureda, *Historia de la Mineralogía*, Tucumán, Argentina, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas / Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo / Universidad Nacional de Tucumán / Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO), Serie Colección Geológica 23, 2008, p. 23; Enrique Silván y Francisco A. González Redondo, "A. G. Werner (1749-1817): Los objetos geológicos en el estudio científico de la Tierra y su enseñanza", en: *Enseñanza de la Ciencias de la Tierra*, España, Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, vol. 14, no. 3, 2006, p. 234.

## ANEXOS CAPÍTULO II

**Tabla 1.** *Novedades y progresos científicos de la segunda mitad del siglo XIX.*

<b>Novedad</b>	<b>Año</b>
Construcción de un dirigible	1852
Desarrollo de la pasteurización	1865
Desarrollo de los principios de la genética de Mendel	1865
Inención de la máquina de escribir	1868
Publicación de los elementos químicos de Mendeléiev	1869
Adopción mayoritaria del sistema métrico decimal	1875
Inención del teléfono	1876
Inención del gramófono	1877
Inención de la lámpara incandescente	1879
Creación de la goma sintética	1881
Inención de la turbina de vapor	1884
Creación el primer automóvil a gasolina	1885
Inención de la cámara fotográfica	1888
Creación del cinematógrafo	1895
Se crea la telegrafía inalámbrica	1895
Creación de los primeros prototipos de avión	1896
Creación del aeroplano	1903

Elaboración propia. Fuente: Ricardo Quiza Moreno, "Babel revisitada: exposiciones, globalización y modernidad (1851-1901)", *Hispania Nova. Revista de Historia Contemporánea*, núm. 7, 2007, p. 5.

**Tabla 2.** *Exposición Universal de Paris, 1889: Premiaciones a los países latinoamericanos.*

	<b>Grandes premios</b>	<b>Medallas de oro</b>	<b>Medallas de plata</b>	<b>Medallas de bronce</b>	<b>Menciones honoríficas</b>	<b>Total</b>
R. Argentina	11	69	193	210	187	670

Bolivia	2	10	3	25	28	73
Brasil	18	69	135	160	107	489
Chile	3	28	78	86	75	270
Colombia	1	2	4	3	1	11
Costa Rica	1					1
R. Dominicana	2	7	17	20	32	78
Ecuador	2	6	25	15	24	74
Guatemala	4	23	96	84	81	288
Haití			5		2	7
Honduras		2	1	3		6
<b>México</b>	<b>15</b>	<b>88</b>	<b>213</b>	<b>288</b>	<b>269</b>	<b>873</b>
Nicaragua	2	10	61	44	27	144
Paraguay	2	5	9	17	21	54
Perú			2	3	2	7
San Salvador	2	18	56	72	84	232
Uruguay	3	29	79	54	47	212
Venezuela	4	23	60	57	30	194

Fuente: Leoncio López Ocón Cabrera, "La América Latina en el escenario de las Exposiciones Universales del siglo XIX", en: *Procesos. Revista ecuatoriana de Historia*, Corporación editorial nacional, núm. 18, 2002, p. 110.

**Tabla 3. Miembros del Comité Fundador de Filadelfia (1876).**

<b>Integrante</b>	<b>País de origen</b>	<b>Categoría</b>
James Hall	Estados Unidos	Presidente
T. Sterry Hunt	Canadá	Secretario
J. William Dawson	Canadá	
Charles H. Hitchcock	Estados Unidos	
John S. Newberry	Estados Unidos	
Raphael Pumpelly	Estados Unidos	
William B. Rogers	Estados Unidos	
E.H. von Baumhauer	Gran Bretaña	
T.H. Huxley	Gran Bretaña	
Otto M. Torell	Suecia	

Elaboración propia. Fuente: Francois Ellenberger, "First International Geological Congress Paris, 1878", en: *Episodes. Journal of International Geoscience*, vol. 22, núm. 2, junio 1999, p. 113.

**Tabla 4.** Dirigentes de la comisión de geólogos para la realización de la primera Sesión de París, Francia (1878).

Integrante	Categoría
E. Hébert	Presidente
R. Tournouer	Vicepresidente
A. Gaudry	Vicepresidente
MI. Jannetaz	Secretario General
A. Delaire	Secretario
H.E. Sauvage	Secretario
P. Brocchi	Secretario
C. Vélain	Secretario

Elaboración propia. Fuente: Ellenberger, 1999, p. 114.

**Tabla 5.** Países y miembros participantes en el X Congreso Geológico Internacional, México (1906).

Países	Miembros registrados	Miembros asistentes	Países	Miembros registrados	Miembros asistentes
Alemania	88	43	España	2	0
Colonias alemanas	1	0	Estados Unidos	134	70
Argentina	3	0	Francia	48	8
Australia	3	1	Gran Bretaña	15	6
Austro-Hungría			Indias Orientales	5	1
Imperio: Austria	35	10	Italia	24	3
Hungría	6	1	Japón	4	1
Bosnia Herzegovina	2	0	México	250	153
Bélgica	11	2	Noruega	1	0
Bolivia	1	0	Portugal	1	0
Brasil	1	0	Rumania	6	3
Bulgaria	2	0	Rusia	26	6
Canadá	13	9	Serbia	1	0
China	1	0	Suecia	2	1
Korea	1	0	Suiza	10	1
Cuba	2	2	Transvaal	1	0
Dinamarca	1	0	Túnez	1	0
Egipto	2	0	Total	707	321

Fuente: Octavio Puche Riart y Luis Felipe Mazadiego Martínez, "The 10th International Geology Congress, Mexico (1906)", en: *Episodes*, Vol. 34, no. 3, September 2011, p. 199.

### ANEXOS CAPÍTULO III

**Tabla 1.** Dataciones sobre la antigüedad de la Tierra: del siglo XVI al XXI.

Postulante	Método de datación	Año o siglo de la postulación	Edad propuesta
Teólogo: Martín Lutero (1483-1546)	Basado en la interpretación fiel de la Biblia	Siglo XVI	Desde <b>4000 a.C.</b> (la Tierra tendría una edad

			menor a <b>6000 años</b> al siglo XVI d.C.)
Teólogo: James Usser (1581-1656)	Basado en la Biblia, en la genealogía del Antiguo Testamento	1650	Desde <b>4004 a.C.</b> (4004 a.C. + 1656 d.C. = <b>5660 años</b> )
Naturista: Nicolás Steno (1638-1686)	Realizó estudios sobre los estratos de las rocas sedimentarias. Se considera el primer método científico para la geología	1668	No disponible
Naturalista: Robert Hooke (1635-1703)	Desarrolló un método superior al de Steno, basado en el cálculo de acumulación de materiales sedimentarios	Siglo XVII	Algunos <b>centenares de millones de años</b>
Naturista: Georges Louis Leclerc, Conde de Buffon (1707-1788)	Construyó un modelo (en forma de bola) que representaba a la Tierra, constituida por diversos materiales, fue fundida para calcular el tiempo de enfriamiento	Siglo XVIII	Los primeros resultados de su experimento arrojaron una antigüedad aproximada de <b>3 millones de años</b> . Empero, por condición de la Iglesia, Buffon tuvo que postular la edad de <b>75,000 años</b> , de lo contrario, sería acusado de herejía
Geólogo: James Hutton (1726-1797)	“No hay vestigios de un inicio y no hay perspectivas de un final” decía Hutton, para evitar el debate. Sin embargo, discrepaba de la datación propuesta por Usser	Siglo XVIII	No disponible
Geólogo: Charles Lyell (1797-1875)	Esta línea de investigación no formaba parte del estudio de Lyell. Ya que no había evidencia contundente para determinar la velocidad de enfriamiento de la Tierra	Siglo XIX	No disponible
Geólogo: John Phillips (1800-1874)	Se basaba en el cálculo de la velocidad de la sedimentación	1860	<b>96 millones</b> de años
Físico: William Thomson, Lord Kelvin (1824-1907)	Con base en las leyes de la conductividad térmica y el segundo principio de la termodinámica	1862	Obtuvo diferentes resultados: 1) <b>99 millones</b> de años 2) <b>70 millones</b> de años 3) <b>24 millones</b> de años 4) <b>100 millones</b> de años

Geólogo: Charles Doolittle Walcott (1850-1927)	Se basó en la velocidad de la sedimentación. Calculó “1 metro por cada 9,483 años”, por cual determinó la edad de la Tierra	1893	<b>55 millones</b> de años
Astrónomo: Georges Darwin (1845-1912)	Basado en el estudio de las orbitas terrestre y lunar, y la influencia Sol-Tierra-Luna	1898	<b>65 millones</b> de años
Geólogo: John Joly (1857-1933)	Calculó la sal marina habida en los mares para determinar la antigüedad del planeta	1899	Entre <b>80 y 90 millones</b> de años
Físico: Ernest Rutherford (1871-1937) y el químico y físico: Bertram Boltwood (1870-1927)	Emplearon el método de la radioactividad. Ésta última fue descubierta en 1896 (por Becquerel). Rutherford y Boltwood utilizaron la desintegración de uranio en plomo, arrojando en sus primeras mediciones, edades de aproximadamente 579 millones de años. Con ello superaban por mucho las dataciones de Lord Kelvin. Finalmente, en 1907, Rutherford y Boltwood dataron rocas con edades próximas a los 2,200 millones de años	1907	Aproximadamente <b>2,200 millones</b> de años
Geoquímico: Claire Patterson (1922-1995)	También se basó en la medición radiométrica, empleando el método uranio-plomo. Utilizó isótopos de plomo para realizar sus mediciones. Con ello obtuvo la isócrona de 4,500+300 millones de años (en 1953). Tiempo después perfeccionó sus dataciones en 1956	1956	Obtuvo una datación más específica entre los <b>4,550±70 millones</b> de años
SHRIMP ( <i>Super High Resolution Ion Micro Probe</i> )		Década de 1980	<b>4,400 millones</b> de años
Geofísico: Dr. John Rudge		2010	<b>4,467 millones</b> de años

Elaboración propia, con base en: Jesús Duque Macías, “La edad de la Tierra: evolución cronológica de una controversia en referencia a sus principales protagonistas”, en: *Enseñanzas de las Ciencias de la Tierra*, 10.2, 2002, pp. 151-161.

**Tabla 2.** Sociedades científicas mexicanas en el siglo XIX.

No.	Año	Nombre	Ciudad
1	1824	Academia de Medicina Práctica de México	México
2	1826	Instituto de Ciencias, Literatura y Artes	México

3	1827	Academia de Medicina	Puebla
4	1831	Sociedad Médica	México
5	1832	Academia Médico-Quirúrgica	Puebla
6	1833	Instituto Nacional de Geografía y Estadística	México
7	1838	Academia Farmacéutica de México	México
8	1839	Academia Nacional de Medicina	México
9	1844	Sociedad Filoiátrica	México
10	1845	Sociedad Mexicana de Agricultura	México
11	1849	Academia de Ciencias y Literatura de Mérida	Mérida
12	1850	Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística	México
13	1857	Asociación Larrey	México
14	1865	Sociedad Médica de México	México
15	1868	Sociedad Mexicana de Historia Natural	México
16	1869	Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México	México
17	1869	Asociación Médica “Pedro Escobedo”	México
18	1870	Sociedad “Humboldt”	México
19	1870	Sociedad Económica Progresista	San Luis Potosí
20	1871	Sociedad Médica	San Luis Potosí
21	1872	Sociedad de Medicina	México
22	1872	Sociedad Farmacéutica de México	México
23	1874	Sociedad Médico-Homeopática	México
24	1875	Sociedad Minera	México
25	1876	Sociedad de Arquitectos, Arquéólogos e Ingenieros	México
26	1877	Cuerpo Médico Mexicano	México
27	1878	Sociedad “Ignacio Alvarado”	México
28	1879	Sociedad “Andrés del Río”	México
29	1979	Sociedad Agrícola Mexicana	México
30	1880	Sociedad de ingenieros de Jalisco	Guadalajara
31	1884	Sociedad “Sánchez Oropesa”	Orizaba
32	1884	Sociedad “Antonio Alzate”	México
33	1886	Sociedad Filomática	México
34	1888	Sociedad de Medicina Interna	México
35	1890	Sociedad Farmacéutica Mexicana	México
36	1890	Sociedad Científico-Literaria “José Ma. Mena”	Córdoba
37	1895	Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales	México
38	1895	Sociedad Científico-Literaria “Cuauhtémoc”	México
39	1896	Sociedad de Medicina Veterinaria	México
40	1899	Sociedad Mexicana de Oftalmología y Otorrinolaringología	México
41	1899	Sociedad Médica Potosina	San Luis Potosí
42	1899	Sociedad de ingenieros y Artistas Mexicanos	México

Fuente: Juan José Saldaña y Luz Fernanda Azuela, “De amateurs a profesionales. Las sociedades científicas mexicanas en el siglo XIX”, *Quipu, Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología*, vol. 11, núm. 2, mayo-agosto 1994, p. 142.

**Tabla 3.** Obras naturalistas con datos geológicos según Aguilera: del siglo XVI al XVIII.

	<b>Autor</b>	<b>Obra</b>	<b>Siglo</b>
1	López de Gomara	<i>Historia general de la Indias</i>	XVI

2	González Fernández de Oviedo	<i>Historia general y natural de las Indias</i>	XVI
3	José Acosta (jesuitas)	<i>Historia natural y moral de las Indias</i>	XVI
4	Dr. Juan Cárdenas	<i>Problemas y secretos maravillosos de las Indias</i>	XVI
5	Fray Bernardino de Sahagún	<i>Historia universal de las cosas de Nueva España</i>	XVI
6	Herrera	<i>Historia general de los hechos de los Castellanos</i> (de 1615)	XVII
7	P. Bernabé Cobo	<i>Historia del Nuevo Mundo</i> (de 1695)	XVII
8	Fr. Juan de Torquemada	<i>Veinte y un libros vibrables y Monarchia indiana</i> (publicada en 1723)	XVIII
9	Pedro Alarcón	<i>Efemérides de 1724 á 1730</i>	XVIII
10	Fray José Torrubia	<i>Aparato para la Historia Natural de España</i> (de 1754)	XVIII
11	Antonio de Alcedo	<i>Diccionario geográfico-histórico de las Indias occidentales ó América</i>	XVIII
12	Miguel Venegas (jesuita)	<i>Noticia de la California</i>	XVIII
13	Luis José Proust	<i>Anales del Real Laboratorio de Química de Segovia</i>	XVIII

Elaboración propia, con base en: Aguilera, 1904: 38-41. El autor no refiere el año exacto de su publicación, sólo del siglo.

**Tabla 4.** Obras de autores extranjeros con referencia geológica de México según Aguilera: de 1805 a 1872.

	<b>Autor</b>	<b>Obra o referencia</b>	<b>Año de publicación</b>
1	Andrés Manuel del Río	<i>Elementos de Orictognosia</i>	1805 y 1832
2	Alejandro von Humboldt	<i>Ensayo Político de la Nueva España, Viaja a las regiones Equinoxiales, Pasigrafía o Ensayo Geognóstico, Volcanes y Cordilleras de Quito y México</i>	De 1808 a 1854
3	Berghes y F. von Gerolt	“Carta geognóstica de los principales distritos mineros del antiguo Estado de México, Guerrero, Hidalgo y Morelos”	1827
4	Burkart	<i>Geognostische Bemerkungen gesammelt auf einer Reise von Tlalpujahua nach Huetamo, dem Jorullo, Pátzcuaro und Valladolid, im State von Michoacán y Aufenthalt und Reisen in México in dem Jahren 1825 bis 1834</i>	1825 y 1834
5	José M. Bustamante	<i>Descripción de la Serranía de Zacatecas</i>	1834
6	Nyst y Galeotti (viajeros)	“Resultados de las exploraciones” en el <i>Boletín de la Academia Real de Bélgica</i>	
7	Galeotti	<i>Viaje al Cofre de Perote; Noticia geológica de los alrededores de San José del Oro con una carta geognóstica de Zimapán á México y Noticia sobre un yacimiento de mercurio en el suelo terciario reciente del Gigante, en</i>	1837, 1838 y 1839

		<i>México; y ojeada sobre la laguna de Chapala</i>	
8	Nyst y Galeotti	“estudio sobre algunos fósiles de la caliza jurásica de Tehuacán” en el <i>Boletín de la Academia Real de Bélgica</i> (t. III)	1840
9	Saint Clair Duport	<i>De la producción de los metales preciosos en México</i>	1843
10	A. Wislizenus	<i>Memory of a tour to northern Mexico, connected with Colonel Doniphan’s Expedition</i>	1848
11	Deshayes	“Clasificación de moluscos fósiles terciarios de las inmediaciones de Mérida” en el <i>Bulletin de la Société Géologique de France</i>	1853
12	Don Pascual Arenas	“Descripción geológica y minera del Mineral del Fresnillo”	1853
13	John Russel Bartlett	Narración de sus exploraciones en Texas, Nuevo México, Sonora y Chihuahua (línea fronteriza con EE.UU.)	1854
14	A. Schott	<i>Estudio de la cuenca cretácea del río Bravo del Norte</i>	1855
15	Mayor Emory	<i>Memoria</i> (sobre los límites entre EE. UU. y México)	1857
16	A. Schott	“Observaciones geológicas sobre la pendiente plutovolcánica de la Sierra Madre, a lo largo del azimut de la línea divisoria, atravesando el Noreste de Sonora”, “la geología del Colorado Inferior, y observaciones geológicas de la región de la línea divisoria” y “bosquejo del río Bravo del Norte en su tramo inferior” en la <i>Memoria</i> del Mayor Emory	1857
17	Profesor Th. Conrad	Describe y figura los fósiles cretáceos y terciarios encontrados en el trazo de la línea divisoria en la <i>Memoria</i> del Mayor Emory	1857
18	James Hall	Sobre la Geología y Paleontología de la línea divisoria	1857
19	Baron F. W. von Egloffstein	<i>Contributions to the Geology and Physical Geography of Mexico</i>	N. D.
20	Virlet d’Aoust	“Coup d’oeil sur la topographie et la geologie du Mexique et de l’Amerique Centrale” y “Observations sur un terrain d’origine meteorique ou de transport aerien qui existe au Mexique et sur le phenomene des trombes de poussiere auquel il doit principalement son origine” publicados en <i>Bulletin de la Société Géologique de France</i> y en C. R. de l’Academie des Sciences	De 1857 a 1876
21	Jules Marcou	Notas geológicas sobre las fronteras entre México y los Estados Unidos	1867

22	Dollfus A. E. de Monserrat y P. Pavie	Sobre los volcanes de Colima y de Toluca, estudio del Distrito Minero de Sultepec, con cortes geológicos de Toluca á Tenayac; de Tejupilco á Ixtapa de la Sal. y de Zacuálpan á Temascaltepec; observaciones geológicas hechas en el trayecto de México á Veracruz, con un perfil geológico de México á Veracruz, pasando por Puebla y Orizaba; ascensión al Popocatepetl, con un corte geológico de México á la cima de dicho volcán, y varias memorias y notas geológicas con cortes geológicos de Noalincó á Huatuxco, de Perote á Tehuacán, de Tehuacán á Puebla, y finalmente, carta geológica del Distrito minero Zomelahuacán en Veracruz, trabajos que fueron parte de los archivos de la Comisión Científica de México	1867
23	Guillemin Tarayre	Informe sobre la exploración mineralógica de las regiones mexicanas; exploración orográfica de México; y un corte geológico de México de Este a Oeste	1867
24	W. M. Gabb	Estudios sobre los rasgos físicos y geográficos de la Baja California; descripción de fósiles cretáceos de Sahuaripa en Sonora y del Norte de Chihuahua; y notas sobre la Geología de la Baja California	Entre 1869 y 1872
25	James P. Kimball	La geología de una parte septentrional de Chihuahua; la edad cretácea de los depósitos argentíferos de Chihuahua; y noticia de la geología de la Huasteca	1869, 1870 y 1882 (respectivamente)
26	J. C. Spear	Reseña mineralógica y litológica con un mapa geológico del Istmo de Tehuantepec, publicado por la Comisión Americana	1872

Elaboración propia, con base en: Aguilera, 1904: 45-62.

**Tabla 5.** Obras de autores mexicanos con referencia geológica según Aguilera: de 1872 a 1886.

	<b>Autor</b>	<b>Obra o referencia</b>	<b>Año de publicación</b>
1	Santiago Ramírez	“Apuntes geognósticos, mineralógicos y geográficos sobre el Mineral del Oro”; “Apuntes sobre la formación mineralógica y geológica del Distrito minero de San Nicolás del Oro”; “Hipótesis geognóstica sobre la distribución de los metales preciosos en sus criaderos”; “Informe que, como resultado de su exploración en	De 1872 a 1886

		la Sierra Mojada, rinde al Ministerio de Fomento”; Informes rendidos al Ministerio de Fomento sobre yacimientos carboníferos de los Estados de Puebla, Veracruz, Michoacán, Tlaxcala” y “Noticia histórica de la riqueza minera de México”	
2	M. Urquiza	Estudio acerca de la probabilidad de una erupción volcánica en la Sierra de Ucareo, Michoacán	1872
3	Santiago Ramírez y Mariano Bárcena	Informe sobre el fenómeno geológico de Zochitepec	----
4	Santiago Ramírez y Juan N. Cuatáparo	Memoria para la carta geológica del Distrito de Zumpango de la Laguna, y la descripción de un mamífero fósil de especie desconocida	1875
5	Santiago Ramírez y V. Reyes	Informe sobre los volcanes de Agua Fría y Jaripeo, en Michoacán	----
6	Mariano Bárcena	“Memoria del Profesor de la práctica de Geología en la Escuela Nacional de Ingenieros”; “Estudio sobre los pórfidos cenozoicos de México”; “Los terremotos de Jalisco”; “Datos para el estudio de las rocas mesozoicas de México”; “Viaje á la Carverna de Cacahuamilpa”; Noticia científica de una parte del Estado de Hidalgo”; “Noticias Geológicas del Estado de Aguascalientes”; “Informe sobre el estado actual del volcán de Colima”; “Estudio del terremoto del 17 de Mayo de 1879”; “Noticia geológica del Valle de Guadalajara”; “Noticias Geológicas de algunos caminos nacionales”; “Apuntes relativos á la geología del Estado de Jalisco” y “Datos, etc.”	----
7	Agustín Barroso	Memoria sobre la geología del Istmo de Tehuantepec (y una carta geológica a escala 1,500,000)	----
8	M. Iglesias, M. Bárcena e Y. Matute	Informe sobre los temblores del Estado de Jalisco y erupciones del volcán de Ceboruco	1875
9	Juan N. Cuatáparo	“Ligera exposición geológica relativa al Valle de México”; “Breves observaciones sobre los acontecimientos plutónicos en México”; “Origen probable de los ruidos subterráneos y terremotos de	Relativo al periodo posterior a 1872

		Guanajuato” y “El hundimiento de Guanajuato”	
10	M. Urquiza	Informe sobre su exploración del Distrito de Coalcomán	1883
11	M. Anda	Informe relativo a la exploración del Distrito de Coalcomán, Michoacán. Artículos: sobre el carbón de piedra mexicano, el petróleo de México, recursos minerales de México, y génesis de las vetas metalíferas	1885 (del informe)
12	E. Cope	“The extinct Mammalia of the Valley of Mexico”; Report on the coal deposits near Zacualtipan in the State of Hidalgo”; The Loup Fork Miocene in Mexico” y “The Phylogeny of the Camelidae”	De 1884 a 1886
13	J. C. Manó	“Cuenca geológica y mineralógica del Departamento de Huehuetéango”	1883
14	Joaquín M. Ramos y Santiago Ramírez	“Memoria para el estudio minero del Distrito de Ixtlahuaca”	1886
15	Sr. Ramos	Resultados de la Comisión Exploradora de la Baja California (importancia industrial y geología de la región)	1886
16	E. Martínez Baca	Resultados de la Comisión Exploradora de la Baja California (placeres auríferos)	1886

Elaboración propia, con base en: Aguilera, 1904: 62-67.

## FUENTES

### ARCHIVOS

Acervo Histórico del Instituto de Geología (AHIG).

Acervo Histórico del Palacio de Minería (AHPM).

Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México (AHUNAM).

### FUENTES PRIMARIAS

AGUILAR y Santillán, Rafael, “Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana completada hasta 1904”, en: *Boletín del Instituto Geológico de México*, México, Instituto Geológico de México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, núm. 17, 1908.

AGUILERA, José G., “Antonio del Castillo”, en: José G. Aguilera, *Bosquejo Geológico de México*, México, Instituto Geológico de México, Secretaría de Fomento, 1896.

AGUILERA, José Guadalupe y Ezequiel Ordóñez (delegados del gobierno de México a dicho Congreso), *El Séptimo Congreso Geológico Internacional, Rusia 1897*, México, Oficina de Tipografía de la Secretaría de Fomento, 1898.

AGUILERA, José Guadalupe y Ezequiel Ordóñez, “Estudios Hidrológicos de la Cuenca de México. Las aguas del desierto”, *Comisión Geológica de México*, México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1895.

AGUILERA, José Guadalupe, “Prólogo”, *Bosquejo Geológico de México*, México, Instituto Geológico de México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1896.

AGUILERA, José G. “Reseña del desarrollo de la geología en México”, en: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, tomo I, julio-diciembre 1904.

AGUILERA, José G. y Ezequiel Ordóñez, “Breve explicación del Bosquejo Geológico de la República Mexicana” (abril de 1894), en: *La Naturaleza; periódico científico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, México, Imprenta de Ignacio Escalante y Compañía, segunda serie, tomo II, 1891-1897.

del CASTILLO, Antonio, “discurso”, en: *La Naturaleza. Periódico Científico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, México, SMNH, 1869-1870.

del CASTILLO Antonio, en: José Guadalupe Aguilera y Ezequiel Ordóñez, “Estudios Hidrológicos de la Cuenca de México. Las aguas del desierto”, *Comisión Geológica de México*, México, Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, 1895.

*CODIFICACIÓN Petrolera 1887 a 1920*, Monterrey, N. L., Centro de Profesionistas de Monterrey, 1931.

*CONGRÉS Geologique International, Compte Rendu de la Xeme Session Mexico 1906*, México, Secretaría de Fomento, 1907.

ECKENSTEIN, Oscar, "Mountaineering in Mexico", en: *The Climbers' Club Journal*, núm. 20, vol. 5, 1903.

ORDÓÑEZ, Ezequiel, "Discurso. José G. Aguilera", en: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, México, vol. 10, núm. 3-4, 1938.

ORDÓÑEZ, Ezequiel, "La Roca del Calendario Azteca", en: *La Naturaleza. Periódico científico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, México, Imprenta Ignacio Escalante, Segunda Serie, Tomo II, años: 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ÁLVAREZ, Muñoz, Evaristo, *Filosofía de las ciencias de la tierra. El cierre categorial de la geología*, Oviedo, Biblioteca de Filosofía en español, Fundación Gustavo Bueno, Pentalfa Ediciones, 2004.

AZUELA, Luz Fernanda, *De las minas al laboratorio: la demarcación de la geología en la Escuela Nacional de Ingenieros (1795-1895)*, México, Instituto de Geografía, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005, pp. 33-34.

BOURDIEU, Pierre, *Campo de poder, campo intelectual. Itinerario de un concepto*, Tucumán, Montessor, 2002.

BOWLER, Peter, *Panorama General de la Ciencia Moderna*, Editorial Critica, 2007.

BURKE, Peter, *Historia Social del Conocimiento: de Gutenberg a Diderot*, Barcelona, Editorial Paidós Ibérica, 2002.

CANUDAS, Sandoval, Enrique, *Las venas de plata en la Historia de México. Síntesis de Historia Económica Siglo XIX*, vol. I, México, Editorial Utopía / Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2005.

CAPONI, Gustavo, "Herbert Spencer: entre Darwin y Cuvier", en: *Scientiae Studia*, San Paulo, Brasil, vol. 12, no. 1, 2017.

CARDOSO, Ciro (coordinador), *México en el siglo XIX (1821-1910). Historia económica y de la estructura social*, México, Nueva Imagen, 1980.

- CARMAGNANI, Marcello, *Estado y mercado. La economía pública del liberalismo mexicano, 1850-1911*, México, Fondo de Cultura Económica / El Colegio de México, 1994.
- COHEN, Bernard, *Revolución en la ciencia. De la naturaleza de las revoluciones científicas, de sus etapas y desarrollo temporal, de los factores creativos que generan las ideas revolucionarias y de los criterios específicos que permiten determinarlas*, España, Gedisa, 2002.
- COSÍO, Villegas, Daniel (editor), *Historia Moderna de México. El Porfiriato. La vida económica*, México, Hermes, 1993.
- DICCIONARIO de la lengua castellana por la Real academia española*, 1899.
- ENGELS, Federico, *Introducción a 'Dialéctica de la Naturaleza'. Y otros escritos sobre dialéctica*, España, Fundación de Estudios Socialistas Federico Engels, 2006.
- ESCAMILLA, González Francisco Omar y Lucero Morelos Rodríguez, *Escuela de Minas Mexicanas. 225 años del Real Seminario de Minería*, México, Facultad de Ingeniería, División de Educación a Distancia/Universidad Nacional Autónoma de México, 2017.
- GARNER, Paul, *Porfirio Díaz. Del héroe al dictador: una biografía política*, México, Planeta, 2003.
- GUEVARA, Fefer, Rafael, *Los últimos días de la Historia Natural y los primeros días de la Biología en México*, México, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 2002.
- de GORTARI, Eli, *La ciencia en la historia de México*, México, Fondo de Cultura Económica, 2ª ed., 2016.
- GIRAL B., José, González P., Sergio y Eduardo Montaña A., *La industria Química en México*, México, Redacta, 1978.
- GONZÁLEZ, Rodríguez, Katia Adriana, Consuelo Cuevas Cardona y Jesús Martín Castillo Cerón (editores), *Los fósiles del estado de Hidalgo*, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2009.
- GRAMSCI, Antonio, *El Materialismo Histórico y la Filosofía de Benedetto Croce*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1971.
- GRAMSCI, Antonio, *La formación de los intelectuales*, México, Grijalbo, 1990.
- GRAMSCI, Antonio, *Notas sobre Maquiavelo, sobre la política y sobre el Estado moderno*, Madrid, Ediciones Nueva Visión, 1980.
- IBARRA, Bellon, Araceli, *El comercio y el poder en México, 1821-1864. La lucha por las fuentes financieras entre el Estado central y las regiones*, México, Fondo de Cultura Económica / Universidad de Guadalajara, 1998.
- HOBBSBAWN, Eric, *La era del capital, 1848-1875*, España, Crítica, 1998.

- KANT, Immanuel, *Crítica de la razón práctica*, España, Alianza, 2000.
- KANT, Immanuel, *Filosofía de la historia*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985.
- KACZYNSKI, Richard, *Perdurabo. The life of Aleister Crowley*, Berkeley, California, North Atlantic Books, 2010.
- KRAGH, Helge, *Introducción a la historia de la ciencia*, Barcelona, España, Critica, 2007.
- KRAUZE, Enrique y Fausto Zerón Medina, *El Poder (1884-1900). Porfirio*, México, Clío, 1993.
- KUHN, Thomas S. *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971.
- KURI, Gaytán, Armando, “En torno a los orígenes de la industria en México”, en: *Protoindustrialización, industrialización y desindustrialización en la historia de México*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, Casa abierta al tiempo, 2009.
- LANDES, D. S., *Progreso tecnológico y revolución industrial*, Madrid, Tecnos, 1979.
- LINTON, Ralph, *Estudio del hombre*, México, Fondo de Cultura Económica, 1982.
- LOZANO, Herrera Rubén, *José Juan Tablada en Nueva York: búsqueda y hallazgos en la crónica*, México, Universidad Iberoamericana, Departamento de Historia, 2000
- LUDLOW, Leonor (coordinadora), *Los secretarios de Hacienda y sus proyectos (1821-1933)*, México, Universidad Autónoma de México, Tomo II, 2002.
- LYELL, Charles, *Principles of Geology*, London, vol. I, 1835.
- MCGUIRE, James E. y Barbara Tuchanska, *Science Unfettered. A philosophical Study in Sociohistorical Ontology*, United States of America, Ohio University, 2000.
- MEYER, Lorenzo, *México y los Estados Unidos en el conflicto petrolero 1917-1942*, México, EL Colegio de México, 1981.
- MILL, John Stuart, *Del gobierno representativo*, España, Tecnos, 2007.
- MORELOS, Rodríguez, Lucero, *Historia de las ciencias geológicas en México. De entidad gubernamental a instituto universitario*, Tesis de doctorado, México, Universidad Autónoma de México, 2014.
- MORELOS, Rodríguez, Lucero, *La Geología Mexicana en el Siglo XIX. Una revisión histórica de la obra de Antonio Del Castillo, Santiago Ramírez y Mariano Bárcena*, México, Secretaría del Estado de Michoacán / Plaza y Valdés, 2012.
- MORENO, Jaime Martín y Amando de Miguel, *Sociología de las profesiones en España*, Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas, 1982.
- PARSONS, Talcott, *La estructura de la acción social*, Madrid, Ediciones Guadarrama, 1968.

- PAVEL, Silvia y Diane Nolet, *Manual de Terminología*, Canadá, Dirección de Terminología y Normalización, Oficina de traducciones, Ministro de Obras Públicas y Servicios Gubernamentales, 2002.
- PELAYO, Francisco, *Las teorías geológicas y paleontológicas durante el siglo XIX*, España, Ediciones Akal, 1991.
- PESET, José Luis *Ciencia y Libertad. El papel del científico ante la Independencia americana*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1987.
- POLANYI, Michael, *Personal Knowledge. Towards a Post-Critical Philosophy*, London, Routledge, 1958.
- RAAT, William D., “Los científicos y el positivismo, 1888-1910”, en: *El positivismo durante el porfiriato (1876-1910)*, México, Secretaria de Educación Pública, trad. Andres Lira, 1975.
- RAMOS, Lara, María de la Paz y Rigoberto Rodríguez Benítez (coords.), *Formación de Ingenieros en el México del siglo XIX*, México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Universidad Autónoma de México / Facultad de Historia, Universidad Autónoma de Sinaloa, 2007.
- RANDALL, Robert W., *Real del Monte: Una empresa minera británica en México*, México, Fondo de Cultura Económica, 1977.
- REALE, Giovanni y Dario Antiseri, *Historia del pensamiento filosófico y científico. Del romanticismo hasta hoy*, Barcelona, Herder Editorial, Tomo III, 2010.
- RUBINOVICH, Kogan, Raúl, Héctor Mendoza y María Lozano, *Ezequiel Ordóñez. Vida y obra (1867-1950) I*, México, Colegio Nacional / Instituto de Geología, 1998.
- RUBINOVICH, Kogan, Raúl, Levy Aguilera, C. de Luna y C. Block, *José Guadalupe Aguilera Serrano (1857-1941). Datos biográficos y bibliografía anotada*, México Universidad Autónoma de México, Instituto de Geología, 1991.
- SALADINO, García, Alberto, *Elementos para una teoría latinoamericana sobre historia de la ciencia*, México, Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Humanidades, 2015.
- SANDOVAL, Canudas, Enrique, *Las venas de plata en la Historia de México. Síntesis de Historia Económica. Siglo XIX*, México, Editorial Utopía / Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2005.
- SHAPIN, Steven y Simon Schaffer, *El Leviatán y la bomba de vacío. Hobbes y la vida experimental*, Buenos Aires, Universidad de Quilmas, 2005.
- SILVA, Herzog, Jesús, *La epopeya del petróleo en México*, México, Cámara de Diputados, LXII Legislatura, 2014.
- SUREDA, Ricardo J., *Historia de la Mineralogía*, Tucumán, Argentina, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas / Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo / Universidad Nacional de Tucumán / Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO), Serie Colección Geológica 23, 2008.

- SYMONDS, John, *La Gran Bestia. Vida de Aleister Crowley*, España, Ediciones Siruela, trad. Javier Martín Lalanda, 2008.
- TOCQUEVILLE, Alexis, *La democracia en América*, México, Fondo de Cultura Económica, 2015.
- URIBE, Salas, José Alfredo, *Historia de la minería en Michoacán*, (Colección Historia y procesos /2), Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Sociedad Mexicana de Mineralogía, A.C., Museo Tecnológico del Siglo XIX “Mina Dos Estrellas”, A.C., 2 volúmenes, 2002.
- URIBE, Salas, José Alfredo, *Los albores de la geología en México. Mineros y hombres de ciencia*, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo / Historiadores de las Ciencias y las Humanidades, 2015.
- VARGAS, Márquez, Wenceslao, *La masonería en la presidencia de México*, México, Surco de Letras, Imprenta Universitaria, 2010.
- VELASCO, Ávila, Cuauhtémoc, Flores Clair, Eduardo, Parra Campos, Alma Laura y, Gutiérrez López, Edgar Omar, *Estado y Minería en México (1767-1910)*, México, Fondo de Cultura Económica / Secretaría de Energía / Minas e Industria Paraestatal / Instituto Nacional de Antropología e Historia / Comisión de Fomento Minero, 1988.
- WALSH, W. H., *Introducción a la filosofía de la historia*, México, Siglo XXI editores, 1989.
- WEBER, Max, *El político y el científico*, México, La Red de Jonás, 1981.
- WERNER, Tobler, Hans, *La Revolución Mexicana. Transformación social y cambio político 1876-1940*, México, Alianza Editorial, 1991.
- WICANDER, Reed y James S. Monroe, *Fundamentos de geología*, México, Thomson, 2000, pp. 5-7; F. G. H. Blyth y M. H. de Freitas, *Geología para ingenieros*, México, CECSA, 2000.

## CAPÍTULOS DE LIBROS

- ALCANTAR, Terán, Iván Denisovich, y María Cristina Soriano Valdez, “La construcción del Real Colegio de Minería, 1797-1813”, *200 años del Palacio de Minería: su historia a partir de fuentes documentales*, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de México, 2013.
- AZUELA, Bernal, Luz Fernanda, “La emergencia de la Geología en el horizonte disciplinario del siglo XIX”, en: Jorge Bartolucci (coord.), *La saga de la ciencia mexicana. Estudios sociales de sus comunidades: siglo XVIII al XX*, México, Coordinación de Humanidades, Universidad Autónoma de México, 2011.
- AZUELA, Bernal, Luz Fernanda, “La institucionalización de las ciencias en México durante el Porfiriato”, en: María Luisa Rodríguez Sala e Iris Guevara (cords.), *Tres*

*etapas del desarrollo de la cultura científica tecnológica en México*, México, Universidad Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Sociales, 1996.

- AZUELA, Bernal, Luz Fernanda, “Los proyectos geográficos de la Secretaría de Fomento, del Porfiriato a la Revolución”, en: José Omar Moncada Maya y Patricia Gómez Rey (coords.), *El quehacer geográfico: instituciones y personajes (1876-1964)*, México, Universidad Autónoma de México, Instituto de Geografía, 2009.
- BRADING, David A., “El mercantilismo ibérico y el crecimiento económico en la América Latina del siglo XVIII”, en: *Ensayos sobre el desarrollo económico de México y América Latina*, México, Fondo de Cultura Económica, 1979.
- BROWN, Jonathan C., “Empresa y política: cómo y por qué se nacionalizó la industria petrolera”, en: Carlos Marichal y Mario Cerutti (compiladores), *Historia de las grandes empresas en México 1850-1930*, México, Universidad Autónoma de Nuevo León / Fondo de Cultura Económica, 1997.
- CALDERÓN, Francisco R., “La vida económica”, en: Daniel Cosío Villegas (coordinador), *Historia Moderna de México. La República Restaurada*, México, Hermes, 1993.
- CALDERÓN, Felipe R., “Obras públicas”, en: Daniel Cosío Villegas (coord.), *Historia Moderna de México. La República Restaurada II. Vida Económica*, México, Hermes, 1993.
- CAMACHO, Cervantes, Hortencia, “La reinstauración de la soberanía y el Estado nacional”, en: *Juárez: Una visión itinerante*, México, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2006.
- CARMAGNANI, Marcello, “El federalismo liberal mexicano”, en: Marcello Carmagnani (coord.), *Federalismo latinoamericanos: México, Brasil, Argentina*, México, El Colegio de México / Fondo de Cultura Económica, 1993.
- CASTILLO, Martos, Manuel, “Ciencia, técnica y ¿felicidad?”, en: *Patrimonio Industrial Minero. Nuevas alternativas para una gran historia*, México, Archivo Histórico y Museo de Minería, 2010.
- CONNOLLY, Priscilla, “S. Pearson & Son: Contratista de obras públicas”, en: Carlos Marichal y Mario Cerutti (compiladores), *Historia de las grandes empresas en México, 1850-1930*, México, Universidad Autónoma de Nuevo León, Fondo de Cultura Económica, 1997.
- CUEVAS, Cardona Consuelo, “Historia de los estudios paleontológicos (1841-1975)”, en: Katia Adriana González Rodríguez, Consuelo Cuevas Cardona y Jesús Martín Castillo Carón (editores), *Los fósiles del estado de Hidalgo*, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2009.
- DAVIS, W. M., “Toast de M. le Prof. W. M. Davis”, en: *Congrés Geologique Internacional, Compte Rendu de la Xeme Session Mexico 1906*, México, Secretaría de Fomento, 1907.

- D'OLWER, Luis Nicolau, "Las inversiones extranjeras", en: Daniel Cosío Villegas (editor), *Historia Moderna de México. El Porfiriato. La vida económica*, México, Hermes, Tomo II, Vol. VII, 1993.
- ESCAMILLA, González, Francisco Omar, "La Escuela Práctica de Minas en Fresnillo, Guanajuato y Pachuca (1858-1863)", en: *Comercio y minería en la Historia de América Latina*, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Antropología e Historia, 2015.
- GÁMEZ, Moisés y Amor, Mildred Escalante, "Estrategas técnicos y gerenciales. Expertos e ingenieros en la minería y metalurgia de Guanajuato, México, siglo XIX", en *Comercio y minería en la Historia de América Latina*, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Antropología e Historia, 2015.
- GÓMEZ, Morán, Estuardo, "Perspectivas teóricas en el estudio de las políticas públicas", en: Alberto Arellano Ríos y Nancy García Vázquez (coords.), *Ciencia política y políticas públicas en Jalisco. Teoría y metodología*, México, El Colegio de Jalisco, 2013.
- GÓMEZ, Rey, Patricia, "La electrificación en México: Una mirada desde las publicaciones periódicas", *III Simposio Internacional de historia de la electrificación*, Ciudad de México, Palacio de Minería, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Mora, 17 a 20 de marzo de 2015.
- GONZÁLEZ, Rodríguez, Karina Adriana y Jesús Martín Castillo Carón, "Los fósiles y la paleontología", en: Katia Adriana González Rodríguez, Consuelo Cuevas Cardona y Jesús Martín Castillo Cerón (editores), *Los fósiles del estado de Hidalgo*, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2009.
- GUERRERO, Omar, "Gobierno", en: Mario Martínez Silva (coordinación), *Diccionario de Política y Administración Pública*, México, Colegio de Licenciados en Ciencias Políticas y Administración Pública, vol. II, legras G-M, octubre 1980.
- HELLER, Hermann, "Esencia y estructura del Estado", en: *Teoría del Estado*, México, Fondo de Cultura Económica, 1997.
- LUDLOW, Wiechers, Leonor, "El Consulado de México y el comercio de la plata ante las Reformas Borbónicas", en: *La Minería Mexicana. De la Colonia al siglo XX*, México, Instituto Mora, 1998.
- MÁRQUEZ, Graciela, "El proyecto hacendario de Matías Romero", en: Leonor Ludlow (coord.), *Los secretarios de Hacienda y sus proyectos (1821-1933)*, México, Universidad Autónoma de México, Tomo II, 2002.
- MIKULINSKY, S. R., "La controversia internalismo-externalismo como falso problema", en: Juan José Saldaña (compilador), *Introducción a la teoría de la historia de la ciencia*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1985.
- MORÁN-Zenteno, D. y C. Lomnitz, "Las ideas de la tierra en México", en: A. Menchaca (coord.), *Las ciencias exactas en México*, México, Consejo Nacional para la

Cultura y las Artes, Fondo de Cultura Económica, Fondo de Estudios e Investigaciones Ricardo J. Zeveda, 2000.

- MORELOS, Rodríguez, Lucero y José Omar Moncada Maya, “El mapa geológico de México. La presencia de una nueva disciplina en el México del siglo XIX”, en: Francisco Roque de Olivera (org.), *Cartógrafos para toda la Tierra. Producción y circulación del saber cartográfico iberoamericano: Agentes y contextos*, Lisboa, Biblioteca Nacional de Portugal, volumen 2, 2015.
- NAVA, Oteo, Guadalupe, “La minería bajo el porfiriato”, en: *México en el siglo XIX (1821-1910). Historia económica y de la estructura social*, México, Nueva Imagen, (10° edición) 1992.
- ORDÓÑEZ, Cortés Jorge Ezequiel, “Cronología minera mexicana”, en: Kenneth F. Clark, Guillermo A. Salas Pizá y Rodolfo Cubillas Estrada (editores), *Geología Económica de México*, Servicio Geológico Mexicano, Asociación de ingenieros de minas Metalurgistas y Geólogos de México, 2009.
- RIGUZZI, Pablo, “Legislación y propiedad minera en México, 1884-1937: concesión, derechos de propiedad y cambio institucional”, en: *Comercio y minería en la historia de América Latina*, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo / Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2015.
- ROSENZWEIG, Fernando, “El comercio exterior”, en: *Historia Moderna de México. El Porfiriato. La vida económica*, México, Hermes, 1993.
- RUBINOVICH, Kogan, Raúl, “Antonio del Castillo y la Comisión Geológica de México”, en: *Libro de Resúmenes. III Congreso Latinoamericano y III Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, “América en la formación de un mundo nuevo: 500 años de intercambios científicos”, México, del 12 al 16 de enero de 1992, s/p.
- SALDAÑA, Juan José, “Marcos conceptuales de la historia de las ciencias en Latinoamérica: Positivismo y Economicismo”, en: Juan José Saldaña (compilador), *Introducción a la teoría de la historia de la ciencia*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1985.
- SALMERÓN, Castro, Alicia, “Presentación”, en: Leonor Ludlow (coord.), *Los secretarios de Hacienda y sus proyectos (1821-1933)*, México, Universidad Autónoma de México, Tomo II, 2002.
- SAURI Garavito, María José Rhi, “Francisco Mejía Escalada: la táctica del avestruz”, en: Leonor Ludlow (coord.), *Los secretarios de Hacienda y sus proyectos (1821-1933)*, México, Universidad Autónoma de México, Tomo II, 2002.
- SAN JUAN Victoria, Carlos y Salvador Velázquez Ramírez, “La formación del Estado y las políticas económicas (1821-1880)”, en: Ciro Cardoso (coordinador), *México en el siglo XIX (1821-1910). Historia económica y de la estructura social*, México, Nueva Imagen, 1980.

- SELLÉS, Martínez, José, “Cartografía geológica”, en: *Levantamiento geológico*, Argentina, Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires, 2014.
- SERRANO, González, Bertha Georgina, C., “Historiografía koyreana de la ciencia”, en: *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I* (Mesa 3), México, UNAM, IPN, OIE, AECI, ai, Academia Mexicana de Ciencias, Casa Abierta al Tiempo, Palacio de Minería del 19 al 23 de junio de 2006.
- THACKYAY, J. C., “Historia de la paleontología antes de Darwin”, en: Pedro García, Marisol Montellano, Sara A. Quiroz, Francisco Sour, Sergio Ceballos y Luis Chávez, *Paleobiología*, México, Facultad de Ciencias / Universidad Autónoma de México, 2002.
- URIBE, Salas, José Alfredo, “De la aclimatación de la mineralogía al desarrollo de la geología o la promoción de conocimientos para el desarrollo de México, siglo XIX”, en: Luis Calvo, Álvaro Girón y Miguel Ángel Puig Samper (editores), *Naturaleza y laboratorio*, Residència d'Investigadors, CSIC-Generalitat de Catalunya, Barcelona, 2013.
- URIBE, Salas, José Alfredo, “Depreciación de la plata y ciencia de los metales en la coyuntura de fin de siglo”, en: *El Caribe y América Latina, el 98 en la coyuntura imperial*, Morelia, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Gobierno del Estado de Michoacán, Universidad de Puerto Rico, 1999.
- URIBE, Salas, José Alfredo, “La formación de ingenieros en México: siglo XIX”, en: Jorge Silva Riquer (coord.), *Entre la Interpretación Histórica y el Discurso de Investigación*, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Historia, Facultad de Filosofía “Dr. Samuel Ramos”, Instituto de Investigaciones Históricas, SEP, Subsecretaría de Educación Superior, 2009.
- URRUTIA, María Cristina y Guadalupe, Nava Oteo, “La minería (1821-1880)”, en: *México en el siglo XIX (1821 - 1910). Historia económica y de la estructura social*, México, Nueva Imagen, 1980.
- VÁZQUEZ, Josefina Zoraida, “El federalismo mexicano, 1823-1847”, en: Marcello Carmagnani (coord.), *Federalismo latinoamericanos: México, Brasil, Argentina*, México, El Colegio de México / Fondo de Cultura Económica, 1993.

## HEMEROGRAFÍA

- ALDASORO, Andrés, “discurso de bienvenida”, en: *Congrés Geologique International, Compte Rendu de la Xeme Session Mexico 1906*, México, Secretaría de Fomento, 1907.

- ALSINA Calvés, José, “Conceptos anteriores a la propuesta del término biología: *Historia de los Animales* de Buffon”, en: *Filosofía e História da Biologia*, Brasil, Asociación Brasileña de Filosofía e Historia de la Biología, vol. 8, no. 1, 2013.
- ÁVILA, Patricia y Ana Rosa González García, “Agua para las ciudades en el Porfiriato. El caso de Guadalajara”, en: *Revista de El Colegio de San Luis*, México, El Colegio de San Luis, vol. II, núm. 4, julio-diciembre, 2012.
- AZNAR, Colino, Eduardo, Joaquín Royo Gracia y Pedro Abad Martín, “La batalla de las corrientes”, en: *Técnica Industrial*, España, núm. 247, diciembre 2002.
- AZUELA, Luz Fernanda, “La geología en México en el siglo XIX: Entre las aplicaciones prácticas y la investigación básica”, en: *Revista Geológica de América Central*, núm. 41, 2009.
- AZUELA, Luz Fernanda y Rafael Guevara Fefer, “La Ciencia en México en el siglo XIX: una aproximación historiográfica”, *Asclepio. Revista de Ciencia de la Medicina y de la Ciencia, España*, CSIC, Vol. L-2, 1998.
- AZUELA, Luz Fernanda “La geología en México en el siglo XIX: Entre las aplicaciones prácticas y la investigación básica”, en: *Revista Geológica de América Central*, Universidad de Costa Rica, núm. 41, 2009.
- AZUELA, Luz Fernanda, “La investigación geológica en la Comisión Científica de México”, en: *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, 67 (2), julio-diciembre 2015.
- BATTISTA, Vai Gian, “The Second International Geological Congress, Bologna, 1881”, en: *Episodes. Journal of International Geoscience*, vol. 27, núm. 1, march 2004.
- BAUTISTA, Rosas, Ramiro G., Javier Huerta Jurado, Octavio Lóyzaga de la Cueva, “La Independencia de México y los orígenes del Estado nacional”, en: *Alegatos*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, no. 73, septiembre/diciembre de 2009.
- BERNOULI, Daniel, “Tiempo profundo: Hutton descubre la geología”, en: *Revista Elementos, Ciencia y Cultura*, México, Benemérita Universidad de Puebla, no. 33, 1999.
- BLAKENEY y D. F. Dangar, “Oscar Eckenstein”, en: *The Alpine Journal*, United Kingdom, vol. 65, núms. 300 y 3001, 1960.
- CASTAÑO, Fernández, Santiago, “Concepto y desarrollo histórico de la Geología”, en: *Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacate*, España, Universidad de Castilla-La Mancha / Repositorio Universitario Institucional de Recursos Abiertos (RUIdeRA), no. 1, 1987.
- CHAVES, José Ricardo, “Viajeros ocultistas en el México del siglo XIX”, en: *Literatura Mexicana*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, vol. XIX, núm. 1, 2008.

- CHÁVEZ, Palacios Julián, “Desarrollo tecnológico en la Primera Revolución Industrial”, en: *Norba. Revista de Historia*, vol. 17, 2004.
- CORONA-M, Eduardo, “Apuntes editoriales sobre ‘Los geólogos en Cuernavaca’”, en: *El Tlacuache. Suplemento cultural*, Morelos, Instituto Nacional de Antropología e Historia delegación Morelos, La Jornada Morelos, núm. 696, 18 de octubre 2015.
- DUQUE Macías, Jesús, “La edad de la Tierra: evolución cronológica de una controversia en referencia a sus principales protagonistas”, en: *Enseñanzas de las Ciencias de la Tierra*, 10.2, 2002.
- ELLENBERGER, Francois, “*First International Geological Congress Paris, 1878*”, en: *Episodes. Journal of International Geoscience*, vol. 22, núm. 2, june 1999.
- FERREIRA, Miguel A. V., “Más allá del Laboratorio. La Antropología del Conocimiento Científico como apuesta metodológica”, en: *Política y Sociedad*, Madrid, 2001.
- FLORES, Clair, Eduardo, “Los ingenieros: actores del progreso porfirista y promotores de la inversión de capital en el norte del país”, 2015, p. 2. [En Prensa].
- FREIDSON, Eliot, “La teoría de las profesiones. Estado del arte”, en: *Revista. Perfiles Educativos*, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, UNAM, núm. 93, vol. XXIII, 2001.
- GAMBOA, Ojeda, Leticia, “Fernand Braudel y los tiempos de la Historia”, en: *Sotavento*, vol. 1, núm. 2, 1997.
- GALÁN, Sánchez, Nicolas, “La Tierra es un ser vivo e inteligente”, en: *EL PAÍS: el periódico global*, Zaragoza, España, 09 mayo de 1997; Blyth y de Freitas, 2000, p. 11; Wicander y Monroe, 2000.
- GONZÁLEZ, Alberto Matías, Antonio Hernández Alegría, “Positivismo, dialéctica materialista y fenomenología: tres enfoques filosóficos del método científico y la investigación educativa”, en: *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, Costa Rica, Instituto de Investigaciones en Educación / Universidad de Costa Rica, vol. 14, no. 3, septiembre-diciembre 2014.
- GONZÁLEZ, Torres, Enrique, “Bosquejo sobre la evolución de la Geología en México (1904-2004)”, en: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Volumen Conmemorativo del Centenario, Aspectos Históricos de la Geología en México*, Tomo LVII, núm. 2, 2004.
- HALL, Linda B., Don M. Coerver, “La frontera y las minas en la Revolución Mexicana (1910-1920)”, en: *Historia Mexicana*, México, El Colegio de México, vol. 32. No. 3, (127), enero-marzo 1983.
- HERRERA, Feria, María de Lourdes, “La apuesta en escena de la modernidad y el progreso: la participación de México en las exposiciones universales de la segunda mitad del siglo XIX”, en: *Graffylia. Revista de la Facultad de Filosofía y Letras*, México, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, año 3, núm. 5, otoño 2005.

- “La confusión entre Estado y gobierno”, en: *Revista de la Bolsa de Comercio de Rosario*, Argentina, Bolsa de Comercio de Rosario, año XCIX, no. 1511, 08 de septiembre de 2010.
- LÓPEZ, Luján, Leonardo, “‘El adiós y triste queja del gran Calendario Azteca’. El incesante peregrinar de la Piedra del Sol”, *Arqueología Mexicana*, Núm. 91, Vol. XVI, mayo-junio 2008.
- LÓPEZ, Ocón Cabrera, Leoncio, “La América Latina en el escenario de las Exposiciones Universales del siglo XIX”, en: *Procesos. Revista ecuatoriana de Historia*, Corporación editorial nacional, núm. 18, 2002.
- MARTÍNEZ, Moreno, Juan M., “La Exposición Mundial Colombina de Chicago, 1893”, en: *Real Academia Sevillana de Buenas Letras*, España, vol. XVI, núm. 1988.
- MONCADA, Maya, José Omar, “La obra de los ingenieros geógrafos mexicanos (1846-1950)”, en: *LLULL. Revista de la Sociedad Española de Historia de la Ciencias y de las Técnicas*, vol. 27, núm. 58, 2004.
- MORALES, Moreno, Humberto y Alberto Soberanis Carrillo, “El nuevo impulso a la historia de la ciencia y de la tecnología en los desequilibrios actuales”, en: *Graffylia. Revista de la facultad de filosofía y letras*, Puebla, Facultad de Filosofía y Letras / Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, año 3, no. 5, otoño 2005.
- MORELOS, Rodríguez Lucero y José Omar, Moncada Maya, “Orígenes y fundación del Instituto Geológico de México”, *Asclepio*, 67 (2) julio-diciembre 2015, p. 103.
- MORELOS, Rodríguez, Lucero y José Omar Moncada Maya, “El mapa geológico de México. La presencia de una nueva disciplina en el México del siglo XIX”, en: Francisco Roque de Olivera (org.), *Cartógrafos para toda la Tierra. Producción y circulación del saber cartográfico iberoamericano: Agentes y contextos*, Lisboa, Biblioteca Nacional de Portugal, volumen 2, 2015.
- MURPHY, J. Brendan y R. Damian Nance, “La formación de los supercontinentes”, en: *Investigación y Ciencia*, núm. 339, diciembre 2004.
- NOGUERÓN, Consuegra, Pedro, “Reflexiones sobre Nación-Estado, Poder y Gobierno”, en: *Revista Cultura Jurídica*, México, Facultad de Derecho / Universidad Nacional Autónoma de México, no. 1, diciembre 2010 – febrero 2011.
- PINA, Carlo M., “Los fundamentos de la Cristalografía: una reseña histórica”, en: *Anales de Química*, España, Real Sociedad Española de Química, no. 110, 2014.
- PRASCH, Thomas, “Eating the World: London in 1851”, en: *Victorian Literature and Culture*, Cambridge University Press, Jstor, vol. 36, núm. 2, 2008.
- PUCHE, Riart, Octavio y Luis Felipe Mazadiego Martínez, “The 10th International Geology Congress, Mexico (1906)”, en: *Episodes*, Vol. 34, no. 3, September 2011.
- QUIZA, Moreno, Ricardo, “Babel revisitada: exposiciones, globalización y modernidad (1851-1901)”, *Hispania Nova. Revista de Historia Contemporánea*, núm. 7, 2007.

- SALAZAR, Salinas, Leopoldo, “Estudios geológicos en el estado de Michoacán de Ocampo”, en: *Revista de la Universidad de México*, tomo IV, núms. 23-24, septiembre 1932.
- SALDAÑA, Juan José, y Luz Fernanda, Azuela, “De amateurs a profesionales. Las sociedades científicas mexicanas en el siglo XIX”, en: *Quipu, Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología*, vol. 11, núm. 2, mayo-agosto 1994, p. 142.
- SEGURA, Antígona, “La Tierra vista como exoplaneta”, en: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, vol. 27, núm. 2, 2010.
- SEQUEIROS, San Roman, Leandro, “La Paleontología en España en el siglo XIX”, en: *Llull. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, España, vol. 12, núm. 22, 1989.
- SEQUEIROS, Leandro, Emilio Pedrinaci, Pedro Berjillo y Enrique García, “El bicentenario de Charles Lyell (1797-1875). Consideraciones didácticas para la educación secundaria”, en: *Enseñanza de la Ciencias de la Tierra*, España, Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, vol. 5, no. 1, 1997.
- SEQUEIROS, Leandro y Francisco Anguita, “Nuevos saberes y nuevos paradigmas en Geología: Historia de las nuevas propuestas en las Ciencias de la Tierra en España entre 1978 y 2003”, en: *LLULL. Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y las Técnicas*, España, vol. 26, 2003.
- SILVÁN, Enrique y Francisco A. González Redondo, “A. G. Werner (1749-1817): Los objetos geológicos en el estudio científico de la Tierra y su enseñanza”, en: *Enseñanza de la Ciencias de la Tierra*, España, Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, vol. 14, no. 3, 2006.
- SUTER, Max, “The first geologic map of Sonora”, en: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, Tomo LIX, núm. 1, 2007.
- UHTHOFF, López, Luz María, “La industria del petróleo en México, 1911-1938: del auge exportador al abastecimiento del mercado interno. Una aproximación a su estudio”, en: *América Latina en la Historia Económica. Revista de Investigación*, D.F., México, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, no. 33, enero-junio, 2010.
- URIBE, Salas, José Alfredo, “Labor de Andrés Manuel Del Río en México: Profesor en el Real Seminario de Minería e Innovador Tecnológico en Minas y Ferrerías”, *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*. Vol. LVIII, Número 2, Julio-diciembre 2006.
- URIBE, Salas, José Alfredo y María Teresa Cortés Zavala, “Andrés del Río, Antonio del Castillo y José G. Aguilera en el desarrollo de la ciencia mexicana del siglo XIX”, en: *Revista de Indias*, España, Instituto de Historia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2006, vol. LXVI, no. 237, pp. 491-518.

- URTEAGA, Eguzki, “Sociología de las profesiones: una teoría de la complejidad”, en: *Lan Harremanak. Revista de Relaciones Laborales*, Universidad del País Vasco, España, núm. 18, 2008.
- VEGA, Granillo, Ricardo, “El tiempo de la Tierra”, en: *Revista Universidad de Sonora*, México, Universidad de Sonora, núm. 21, abril-junio 2008.
- YANES, Rizo Emma, “Pasión por la Tierra”, *Artes de México. Una Visión de la Minería*, México, Número 86, octubre 2007.
- ZAMUDIO, Varela, Graciela, “De fósiles, nombres y hombres: Un acercamiento al linaje de la Paleontología en México”, en: *Paleontología Mexicana*, México D.F., Instituto de Geología de la Universidad Autónoma de México / Sociedad Mexicana de Paleontología, no. 62, 2012.

## ENLACES WEB

- ARREOLA, Santander Mario M. y Rodrigo Pérez González, “Las piedras del cielo”, en: *Hacia el Espacio*, Agencia Espacial Mexicana, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Gobierno de México <<http://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=120>>, 03 de abril de 2018.
- BARGALLO, Modesto, “Andrés Manuel del Río en el bicentenario de su nacimiento (1764)”, p. 1, <http://repositorio.fcencias.unam.mx:8080/jspui/bitstream/11154/142704/1/25VAndr%C3%A9sManuel.pdf>.
- DICCIONARIO de la Lengua Española*, Madrid, Real Academia Española, 2019. [en línea] [dle.rae.es/srv/fetch?id=QnrhaT6](http://dle.rae.es/srv/fetch?id=QnrhaT6) [consulta: 03 de julio de 2019].
- GONZÁLEZ, Felipe, “Immanuel Kant, respuesta a la pregunta: ¿Qué es la Ilustración? (1784)”, pp. 1-5. [https://geografiaunal.files.wordpress.com/2013/01/kant\\_ilustracion.pdf](https://geografiaunal.files.wordpress.com/2013/01/kant_ilustracion.pdf) [consulta: 12 de marzo 2017].
- NAVARRETE, Noble, Rómulo Eugenio, Santos Noé Herrera Mijangos, Karina Iliana Salvador Ugalde, “La Larga Duración de Fernand Braudel”, en: *Boletín Científico de la Escuela Superior Atotonilco de Tula*, Universidad Autónoma de Hidalgo, vol. 1, núm. 2, julio 2014 <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/atotonilco/n2/e3.html> [consulta: marzo 2019]
- NISBET, Robert, “La idea de progreso”, en: *Revista Libertas*, Instituto Universitario ESEADE, núm. 5, octubre 1986, [http://www.eseade.edu.ar/files/Libertas/45\\_2\\_Nisbet.pdf](http://www.eseade.edu.ar/files/Libertas/45_2_Nisbet.pdf)

- RODRÍGUEZ Elizarrarás, Sergio R. y Wendy V. Morales Barrera, *Geología*, p. 49. [en línea](<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/9648/02GEOLOGIA.pdf;jsessionid=BE67C7D15866DC82BEA67D2C78786768?sequence=1>) [consulta: abril 2019].
- RUPKE, Nicolaas A., “C. C. Gillispie's Genesis and Geology”, en: *Isis*, Vol. 85, No. 2 (jun., 1994), pp. 261-270. Publicado por: The University of Chicago Press en nombre de The History of Science Society. <https://www.jstor.org/stable/236491>
- SANTILLÁN, María Luisa, “Impulso a la ciencia durante el Porfiriato”, en: *Ciencia UNAM*, México, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, 19-11-2015 [en línea] [http://ciencia.unam.mx/leer/513/Impulso\\_a\\_la\\_ciencia\\_durante\\_el\\_Porfiriato](http://ciencia.unam.mx/leer/513/Impulso_a_la_ciencia_durante_el_Porfiriato) [fecha de consulta: febrero 2019]