

01084 /

*La institucionalización de las
ciencias de la Tierra en
México en el siglo XIX*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN GEOGRAFÍA
P R E S E N T A

LUZ FERNANDA AZUELA BERNAL



ASESOR: DR. JOSÉ OMAR MONCADA MAYA

COMITÉ TUTORAL:
DRA. AUREA COMMONS DE LA ROSA
DR. GERARDO BUSTOS TREJO

Facultad de Filosofía y Letras
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Geography is a peculiarly liberalizing pursuit, which links the scattered sciences together and gives to each of them a meaning and significance of which they are barren when they stand alone.

Francis Galton, 1855.

Índice

Introducción	3
 I. LA RECONFIGURACIÓN DEL HORIZONTE CULTURAL Y LA DEMARCACIÓN DE LAS “CIENCIAS DE LA TIERRA” 	
1. La emergencia de las especialidades en el entramado de las redes sociales	11
2. La organización de los saberes y su correspondencia con la práctica científica	21
3. La diferenciación de las ciencias de la Tierra en el itinerario de los <i>ciclos de acumulación</i>	37
4. Los acuerdos sociales y epistemológicos para la demarcación de las ciencias de la Tierra	50
 II. LA EDAD HEROICA DE LA GEOLOGÍA EN MÉXICO (1795-1895) 	
1. La práctica científica en el tránsito de la <i>orictognosia</i> a la <i>geología</i> : Los mineros y los exploradores (1795-1833)	64
2. La geología en los proyectos nacionales e intervencionistas (1834-1867)	114
3. Un atajo para el <i>ciclo de acumulación</i> : La integración a las redes internacionales y la creación del Instituto Geológico de México (1867- 1895)	164
Conclusiones	227
Colecciones documentales y fuentes hemerográficas del período	231
Diccionarios y enciclopedias	233
Bibliografía general	234

1

*La institucionalización de las ciencias de la Tierra
en México en el siglo XIX*

Resumen

Los estudios que hoy se aglutinan en el área de las ciencias de la Tierra, empezaron a conformarse como especialidades a partir del siglo XVIII y completaron su institucionalización en el XIX.

En México, como en otras latitudes, el proceso de demarcación de las disciplinas en los ámbitos epistemológico y social, fue producto de las interacciones entre las diversas redes sociales. Por ello, el proceso adquirió una singularidad marcada por los procesos históricos y las capacidades científico-técnicas propias.

En el momento de la Independencia (1821), las ciencias de la Tierra, contaban con una tradición tricentenaria que garantizaba su desarrollo de acuerdo con los cánones occidentales impuestos durante la Colonia. A lo largo del siglo XIX, este desarrollo se orientó en función de intereses de diferente orden -políticos, económicos, científicos-, promovidos local e internacionalmente. La investigación fue realizada por actores diversos -militares, empresarios, funcionarios civiles y científicos-, pero sus tareas fueron interrumpidas por la inestabilidad política interna y las guerras de intervención. No obstante, el patrimonio científico de las geociencias creció de manera sostenida y para el último tercio del siglo XIX se materializaron iniciativas que garantizaron su desenvolvimiento institucional.

En esta investigación pongo de manifiesto los diferentes factores que operaron en el proceso de institucionalización de las ciencias de la Tierra, mediante el estudio de caso de la geología en México en el siglo XIX. Y pruebo, que tanto su demarcación disciplinaria como sus contenidos cognitivos fueron delineados por los intereses, negociaciones y acuerdos entre las diversas redes sociales.

Luz Fernanda Azuela Bernal
Tesis para optar por el Grado de Doctor en Geografía
Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

*The Institutionalization of Earth Sciences
in Mexico in the Nineteenth Century*

Abstract

Present time Earth Sciences, started to shape into discipline specialties in the eighteenth century, and completed their institutionalization processes in the XIXth century.

In México, as in other countries, discipline bounding - social and epistemological - was produced by social networks interactions. Therefore, its institutionalization acquired a singularity due to the particular historical processes and the scientific and technical capabilities, of this country.

After the Independence War (1821), Earth Sciences rested over a three century tradition that could guarantee their development, according to western standards inherited from the spaniards. During the XIXth century, scientific development was oriented by local and international interests of sorts -political, economical, scientific-, and research was pursued by actors holding different socio-professional roles -militaries, entrepreneurs, civil servants and scientists-. Unfortunately, their endeavours were interrupted by political instability and foreign wars. Nevertheless, Earth Sciences' patrimony grew steadily and in the last third of the century, measures were taken to guarantee their institutional development.

Through the case study of mexican geology in the XIXth century, I show the different factors that shaped Earth Sciences institutionalization process,. And I prove that its cognitive contents and its disciplinary bounding were delineated by the interests, negotiations and agreements held by several social networks.

Luz Fernanda Azuela Bernal
Tesis para optar por el Grado de Doctor en Geografía
Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Introducción

De acuerdo con Thomas Kuhn, la transformación en la estructura institucional y social de las ciencias que se observa a lo largo del siglo XIX, constituye "el fundamento de una segunda revolución científica". Pues a su juicio, el desarrollo de las nuevas formas institucionales y la conformación de las especialidades científicas que sobrevienen en esta etapa, definen "un episodio histórico al menos tan crucial para la comprensión de la época moderna como su homónimo anterior".¹

Como es sabido, Kuhn había abierto paso a un nuevo enfoque en los estudios históricos y filosóficos de la ciencia, que se centró en el estudio de las instituciones y de las disciplinas científicas e impulsó el desarrollo de nuevas perspectivas en la sociología de la ciencia. Estos enfoques fructificaron en un número considerable de trabajos en todo el mundo, que explicitaron los diferentes factores que operan en los procesos de delimitación institucional y epistemológica de las disciplinas científicas.

El estudio que presentaré en las siguientes páginas tiene el objetivo de manifestar aquellos factores, para el caso particular de la geología en México en el siglo XIX. Esto en virtud de que a la fecha la bibliografía histórica sobre las ciencias de la Tierra en nuestro país, se ha ocupado principalmente de la geografía y los estudios de la geología han estado marcados por la brevedad o el enfoque biográfico.²

Para ampliar estas perspectivas, este trabajo recupera la tradición tricentenaria de estudios sobre la conformación geológica y mineralógica

¹ Thomas Kuhn, "Las relaciones entre la historia y la historia de la ciencia", p. 179.

² La historiografía en cuestión se irá analizando a lo largo del estudio.

del país que se efectuaron durante la Colonia y que sirvió como sustento para su desarrollo a partir de la Independencia. Asimismo, revela que a lo largo del siglo XIX, este desarrollo se orientó en función de intereses de diferente orden -políticos, económicos, científicos-, promovidos local e internacionalmente y muestra que la investigación fue realizada por actores con roles socio-profesionales diversos –militares, empresarios, funcionarios civiles y científicos. De ahí que se analicen tanto los estudios relacionados con las empresas mineras, los ejércitos intervencionistas y los sucesivos gobiernos de México, entre otros, para probar que el patrimonio científico de las geociencias creció de manera sostenida a lo largo del siglo y que la institucionalización de las ciencias de la Tierra fue producto de los intereses, negociaciones y acuerdos entre las diversas redes sociales.

Para alcanzar estos objetivos el estudio se ha dividido en dos partes:

En la primera presentaré un análisis de las diferentes perspectivas teóricas con las que se ha abordado el problema y expondré los argumentos que sustentan la elección de un enfoque histórico-sociológico para el análisis de la institucionalización de las ciencias de la Tierra en México en el siglo XIX. A lo largo de los cuatro capítulos que la componen, se definirán explícita o implícitamente las categorías analíticas que se utilizarán a lo largo del estudio y se indicarán las referencias bibliográficas de los autores que las han desarrollado.

En la segunda parte pondré a prueba aquel enfoque, con el estudio de caso de la geología y probaré que la demarcación de la disciplina en los ámbitos epistemológico y social -que define su institucionalización-, fue producto de las interacciones entre numerosos actores sociales.

A lo largo del ensayo haré frecuentes alusiones al conjunto de las ciencias de la Tierra y demostraré que sus respectivos patrimonios científicos fueron producto de diferentes actividades, frecuentemente

difíciles de definir como “práctica científica” e imposibles de acotar en una sola demarcación disciplinaria.

El trabajo se sustenta en fuentes documentales reunidas en las colecciones oficiales de los Ministerios de Fomento, Instrucción Pública y Hacienda, principalmente. También se consultaron las colecciones completas de buen número de asociaciones científicas y los trabajos originales de los científicos en estudio, que se pudieron ubicar.

Por la naturaleza de la investigación, fue de gran utilidad la *Bibliografía geológica y minera de la República Mexicana* de Rafael Aguilar y Santillán (1902), que registra más de 4000 entradas, en donde se consignan los trabajos que sobre la geología de México se publicaron local e internacionalmente. Esta obra funcionó como indicador de la participación de los extranjeros en la conformación del patrimonio de la geología mexicana y también como testimonio de los intercambios que mantuvieron los científicos mexicanos en el exterior. Asimismo, permitió comparar las interpretaciones sobre el devenir de la geología mexicana que aparecen en las historias publicadas, con los datos que revelan la riqueza y diversidad del acervo bibliográfico que se conformó en el siglo XIX.

Por tratarse de una investigación histórica y sociológica, fue preciso recurrir a los trabajos de historiadores, historiadores de las ciencias, sociólogos, economistas y filósofos, donde encontré el apoyo fáctico basado en sus investigaciones de fuentes primarias y la invaluable orientación de sus interpretaciones y propuestas teóricas y metodológicas.

Asimismo, el examen del papel que desempeñó un número considerable de personajes en el entramado de las redes sociales, exigió la constante utilización de los datos biográficos consignados en diccionarios, enciclopedias, historias generales y particulares de las ciencias, así como en numerosos artículos y necrologías. Desde luego, me esforcé en apoyar aquellos datos con fuentes del período, tratando en todo momento de

equilibrar el esfuerzo que suponía la investigación específica con la relevancia del dato.

Con frecuencia recurrí a textos escritos en inglés y francés, cuyas citas transcribí en castellano con los defectos y bondades que supone la traducción libre. Para el caso exclusivo de la obra en alemán de Joseph Burkart, recurrí a un traductor aficionado, pero poseedor del único ejemplar que logré localizar.

Agradecimientos

Omar Moncada dirigió la investigación con la discreta sabiduría que le caracteriza; me proporcionó libros fundamentales y me brindó su constante y pródiga asesoría. Sin duda alguna, es el responsable de haber enderezado mi trayectoria profesional hacia la historia de la geografía y el principal implicado en la confabulación para integrar el estudio histórico de las ciencias de la Tierra en su relación con el quehacer geográfico.

La versión final de este trabajo se enriqueció con los comentarios de los miembros del Jurado, Dra. Patricia Aceves Pastrana, Dr. Gerardo Bustos Trejo, Dra. Aurea Commons de la Rosa, Dra. María Teresa Fernández de MacGregor, Dr. Alberto Saladino García y Dra. María de la Luz Tamayo Pérez.

Graciela Zamudio, Javier Delgado, Federico Fernández, José Carlos Hesles, Ernesto Azuela, Rafael Guevara y José Luis Talancón, me facilitaron ejemplares de sus bibliotecas personales, orientaron mis búsquedas y tuvieron la paciencia de discutir los temas de sus respectivas especialidades. La Mtra. Concepción Basilio, Jefe de la Biblioteca del Instituto de Geografía, contribuyó a la localización de los textos del siglo XIX. Aunque el libro más importante fue el que me puso en las manos Socorro Hesles y las discusiones más trascendentales las condujo Salvador Rocha, como ellos bien saben.

El Dr. José Luis Palacio Prieto, director del Instituto de Geografía, su Secretaria Académica, Dra. Ma. Teresa Sánchez Salazar, su Secretaria Administrativa, Lic. Mayela Lara Morales, y la Dra. Ma. Inés Ortiz Álvarez, Jefe del Departamento de Geografía Social, me dieron el indispensable respaldo institucional y el amigable aliento que requería para concluir la tesis.

Entre los estudiantes, becarios y tesistas que apoyaron de alguna manera la investigación, agradezco la colaboración de Miguel Angel Morales Lemus, Alba Morales Cosme, Alejandra Tolentino, Rocío Antonio Velasco, Alejandra Pérez Martínez y Janet Ravelo Cervantes.

La tesis se realizó en el marco de los siguientes proyectos: *Historia de la Geografía en México*, que dirige el Dr. Omar Moncada en el Instituto de Geografía; *Personajes y escenarios espacio-temporales en la construcción de la actividad científico-técnica nacional*, del Seminario Interinstitucional e Interdisciplinario de Estudios de Ciencia y Tecnología, que dirige la Dra. Ma. Luisa Rodríguez-Sala en el Instituto de Investigaciones Sociales; y *Datos meteorológicos en Centro América y México. Aspectos históricos y científicos en la segunda mitad del siglo XIX y su aplicación a la variabilidad y el cambio climático*, del cual soy responsable por el Instituto de Geografía. Estoy en deuda con los participantes de cada uno de ellos, por todo lo que aprendí de sus inteligentes investigaciones y de sus invaluable comentarios sobre mis trabajos.

Por último, al conquistar esta nueva meta, quisiera dejar constancia del legado de mi madre que delineó mis derroteros en la vida académica:

Comenzó literalmente por alfabetizarme y me nutrió con todos los libros que podía reunir con las “quincenas” que alimentaban física y espiritualmente a sus cuatro hijos. Las comidas familiares de mi infancia fueron el foro donde supimos de Marx, Ionesco, Freud, Pasolini, Miró y

cuanta novedad intelectual acaparaba sus inagotables entusiasmos. Antes de entrar al Jardín de Niños, ya sabía que mi destino era “ser universitaria” y en la Primaria supe que trabajaría como ella. ¡En una época en la que la única adulta conocida que tenía un escritorio en una oficina era mi propia madre!

Nos crió con la reseña de un sinnúmero de fábulas morales destinadas a inducir nuestra disposición humanista. Cuando las relataba, honraba la memoria de su padre, el profesor de Ética y el Juez de Córdoba, que la había impulsado por ese camino y deliberadamente ataba nuevos eslabones en la ancestral cadena.

Una de estas fábulas tenía como núcleo su experiencia en el Seminario de Filosofía del Derecho que dirigía Luis Recasens Siches:

Para la joven estudiante de Derecho, que había elegido tal carrera “porque le gustaba la historia”, la convivencia con los intelectuales del exilio español y el deslumbramiento que le provocaron, tuvo un efecto que acrecentó su pasión por “la cultura”. Una pasión que ha transmitido cotidianamente a sus cinco hijos y a todos los sobrinos, nietos, amigos y ocasionales visitantes, que han tenido el privilegio de compartir con ella una sobremesa. En lo personal, el legendario Seminario de Recasens me plantó una meta: acceder a aquel lugar en donde la gente vivía “para pensar”.

Gracias a su ejemplo y a su incondicional apoyo, mis hijos Eduardo y Francisco, mi padre Carlos Hesles Martel y mis hermanos Carlos Félix y María Cristina, hicieron tuyas mis metas; me sostuvieron en todas las etapas del camino y participaron, a su manera pero resueltamente, en la culminación de este esfuerzo.

Por eso, la cuarta doctorante de su progenie, dedica esta tesis a María de la Luz Bernal Molina.

I

LA RECONFIGURACIÓN DEL HORIZONTE
CULTURAL Y LA DEMARCACIÓN DE
LAS “CIENCIAS DE LA TIERRA”

Cuando Moisés descendió del monte Sinaí, traía consigo no sólo las tablas de la Ley, sino también un protocolo secreto de inspiración divina que dividía el saber humano en varias disciplinas académicas.

Se sabe que dicho protocolo [...] trazaba las fronteras de siete disciplinas: lógica, matemáticas, geometría, gramática, retórica, música y astrología. Tales fronteras fueron sagradas durante varios milenios, hasta el momento en que los herejes comenzaron a impugnarlas.

Matei Dogan y Robert Pahre, 1991.

1

**La emergencia de las especialidades
en el entramado de las redes sociales**

Con excepción de la geografía, los estudios que hoy se aglutinan en el área denominada geociencias o ciencias de la Tierra, empezaron a conformarse como especialidades a partir del siglo XVIII y completaron su institucionalización en el XIX.

Para analizar el devenir de esta área de conocimiento, podría recurrirse a la explicación clásica de los procesos de fragmentación y rearticulación de las disciplinas, en donde se sugiere que la ciencia ha evolucionado a través de la proliferación acumulativa de nuevas áreas de investigación, que provienen de la continua ramificación del *corpus* de conocimientos científicos -o técnicos- establecido.³ De acuerdo con esta perspectiva, siempre sería posible trazar los orígenes intelectuales de una disciplina y mostrar que su emergencia en un momento histórico dado, se debió a desarrollos científico-técnicos, que reorientaron las líneas de investigación.⁴

En consonancia con el enfoque anterior, el patrimonio de conocimientos que se fragmentó para delimitar las actuales ciencias de la Tierra, habría partido de los densos núcleos de la geografía descriptiva y la historia natural. Y se habrían constituido mediante intercambios teóricos, conceptuales y metodológicos entre la geografía y la historia natural, así como a través de la incorporación de algunos métodos, conceptos, teorías e instrumentación, provenientes de la física, la química y la matemática.

³ El presupuesto básico de la perspectiva analítica *clásica* es la ecuación ciencia-conocimiento, que sólo alude al contexto socio-histórico en tanto que "escenario" del devenir histórico.

⁴ Las dificultades y limitaciones de este enfoque se discuten en Lemaine, Macleod, Mulkay y Weingart, "Problems in the emergence of new disciplines".

Las ciencias de la Tierra, en este sentido, habrían compartido el destino del resto de las disciplinas científicas en el período en cuestión, ya que como es bien sabido, a partir del siglo XVIII, la filosofía natural y la filosofía moral comenzaron a fragmentarse en disciplinas especializadas, que conformarían las actuales ciencias naturales y las ciencias sociales.⁵

Sin embargo, los estudios de caso parecen indicar que ninguna disciplina en ningún lugar del mundo, se ha delimitado a través de un proceso orgánico de generación de ramificaciones, o mediante un proceso mecánico de segmentación, que estructuraría nuevos campos disciplinarios.⁶ Han mostrado en cambio, que el proceso de fragmentación y constitución de las especialidades no es inmanente y progresivo; ni tiene un carácter universal y necesario; ni se materializa homogéneamente en el tiempo y en el espacio. Esto, en virtud de que las transferencias inter y transdisciplinarias que operan en la conformación de los patrimonios de conocimientos de las nuevas especialidades, se *nutren* de factores materiales, sociales y culturales que modelan el propio dominio epistémico y consuman su diferenciación social y epistemológica.

De ahí que el análisis del proceso de institucionalización de las ciencias de la Tierra, exija montar una perspectiva horizontal que contemple el conocimiento científico en el entramado de redes de *actores* sociales y conceptuales; políticos e instrumentales; ideológicos y geográficos; económicos y religiosos.⁷

Para justificar lo anterior, conviene detenerse brevemente para señalar que la perspectiva analítica planteada, procede del examen

⁵ Sobre los cambios que indujeron la fragmentación de la filosofía natural en disciplinas científicas y afectaron la organización de las ciencias, v. Emerson, Roger, "The organisation of Science and its pursuit in early modern Europe".

⁶ La diferencia entre los procesos "orgánico" y "mecánico" se discute en v. Downey, K. J., 1969. "The Scientific Community: Organic or Mechanical?"; v. t. John Law, "The Development of Specialties in Science: the Case of X-ray Protein Crystallography", p. 126.

⁷ Un estudio de caso sobre la heterogeneidad de las redes de actores, puede verse en Callon, "Algunos elementos para una sociología de la traducción: la domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de St. Brieuc".

sociológico y antropológico de la *práctica* científica que se ha venido desarrollando en los últimos veinte años.⁸ Este examen iluminó en primer término la *influencia* de factores "externos" en el desarrollo de la ciencia y por tanto, en la demarcación de las especialidades. Pero pronto se advirtió que "había tanta sociedad fuera de la ciencia como en su interior" y se abrió paso a nuevas aproximaciones que revelaron la inextricable relación entre los contenidos *cognitivos* de las ciencias y la acción de todas las redes sociales.

Una primera advertencia sobre el carácter irreductible de esta relación, se observó en la dinámica de los intercambios, acuerdos y negociaciones que realiza la comunidad científica, cuando se enfrenta a una controversia. En el artículo "Problems in the emergence of new disciplines", los autores anotan que "el crecimiento de una nueva área comienza cuando los científicos [...] perciben problemas sin resolver, hechos inesperados o desarrollos técnicos inusuales, que los conducen fuera de su campo original." Pero el "proceso de migración científica" no es aleatorio, pues los científicos que se trasladan al nuevo campo, "provienen de áreas con características específicas. En particular, de áreas de investigación que están experimentando un declive pronunciado en la significación de sus resultados. [De manera que] tienden a trasladarse hacia áreas que parecen ofrecer oportunidades especiales para la investigación productiva, para la utilización de sus habilidades particulares, y en consecuencia, para el avance de sus carreras."⁹

Por lo tanto, para explicar la "migración" hacia otros campos, no basta aludir a los problemas intrateóricos o a la capacidad potencial de resolverlos mediante intercambios transdisciplinarios, que conducirían a la

⁸ Me refiero a los llamados "estudios etnográficos de los laboratorios", cuyo ejemplo más acabado sería el de Bruno Latour, "Give me a laboratory and I will raise the World".

⁹ Lemaine *et al.*, "Problems in the emergence of new disciplines", en Lemaine *et al.*, *Perspectives on the Emergence of Scientific Disciplines*, p. 5.

emergencia de nuevas áreas de investigación. Hay que considerar también los **intereses** personales o de grupo -que no siempre coinciden con los de la comunidad científica en su conjunto.

En efecto, la pretensión de "abrir" un nuevo campo encara con frecuencia la oposición y el rechazo de los científicos del área dominante, que pueden expresarse en términos de discusiones teóricas o metodológicas, aunque subyace la defensa soterrada de intereses y privilegios. En consecuencia, se establecen estrategias en uno y otro bandos para promover o detener el avance de la disciplina emergente (vg. se buscan alianzas con otros grupos; se vetan las publicaciones; se establecen premios; o se abren nuevas instituciones).¹⁰

Considérese por ejemplo, el proyecto de transformar el Colegio de Minería en Escuela Politécnica, que presentó Maximiliano en 1864, con el fin de modernizar la enseñanza de la ingeniería y abrir nuevas especialidades -sin excluir la de minas.¹¹ Como es sabido, la propuesta fue "respetuosa y enérgicamente" combatida por Velázquez de León, al grado de retirarse de la Dirección del Colegio.¹² Obviamente, su respuesta no se sustentaba en una visión alternativa de la enseñanza y la formación de los ingenieros, sino en intereses gremiales tan fuertes que mantuvieron la vieja estructura hasta 1867.

En el ejemplo anterior se observa la dinámica que se establece entre las redes sociales en la demarcación de nuevas especialidades -un poder político relativamente frágil ante al fornido gremio minero. Sin embargo,

¹⁰ Acerca de las estrategias de la comunidad científica, v. el estudio de Law sobre las dificultades para publicar y el de Collins sobre las disputas en torno a un supuesto descubrimiento (Law, John, "Enrôlement et contre-enrôlement: les luttes pour la publication d'un article scientifique"; Collins, H., "The Seven Sexes: A study in the Sociology of a Phenomenon or the Replication of the Experiments in Physics").

¹¹ Todos los ejemplos que se presentan en esta primera parte tienen como único objetivo aclarar la argumentación. Posteriormente se abordarán con todo detalle los que explican el devenir de la geología en México. Por ello, momentáneamente sólo se citarán las referencias más indispensables.

¹² La propuesta se presentó el el 10 de agosto de 1864; Velázquez de León respondió 10 días después y el 25 de noviembre renunció. (v. Ramírez, *Datos para la historia...*, p. 445, 446 y 449)

hay que aclarar que pese al fracaso de esta iniciativa en particular, el resultado de una dinámica del mismo tenor suele favorecer los designios del poder político. Estos casos han sido tratados con amplitud en la historiografía que ha analizado la relación de las políticas públicas con el desarrollo de la ciencia y la conformación de las especialidades científicas en México.¹³

Otros estudios han matizado el enfoque anterior, mostrando los alcances y limitaciones de la acción política en su relación con la práctica científica. Van den Daele y Weingart, por ejemplo, examinaron "los factores que determinan la receptividad o resistencia de la ciencia" a las políticas científicas. Su trabajo se refiere en concreto, a "la institucionalización de una forma especial de desarrollo científico [...] enfocado hacia metas políticas", que se promueve "independientemente de las limitaciones cognitivas y de la organización social de las ciencias", en un momento histórico y un país determinados.¹⁴

Un ejemplo de acción política de este tipo, podría apreciarse en la creación del Observatorio Meteorológico de México, que se fundó seis años antes de que la meteorología apareciera como asignatura en los planes de estudio de los ingenieros; y cuya dirección quedó a cargo de un geólogo. Aquí se hace patente que no obstante "las limitaciones cognitivas y la organización social de las ciencias" que prevalecían en 1877, Porfirio Díaz parecía tener metas políticas que podrían alcanzarse mediante el establecimiento del Observatorio.¹⁵

¹³ v. Aceves, "La difusión de la química en el Real Jardín Botánico y en el Real Seminario de Minería (1788-1810)"; Saldaña, "Acerca de la historia de la ciencia nacional"; Rodríguez, L., "Ciencia y Estado en México: 1824-1829"; Ramos, P., *Difusión e institucionalización de la mecánica newtoniana en México en el siglo XVIII*; Casas, R., *El Estado y la política de la ciencia en México (1935-1970)*; y Azuela, *Tres sociedades científicas en el porfiriato...*

¹⁴ Daele y Weingart, "Resistance and Receptivity of Science...", p. 247. (Un estudio de caso sobre un desarrollo científico técnico que se promueve "independientemente de las limitaciones cognitivas y de la organización social de las ciencias", se analiza en Azuela y Talancón *Contracorriente...*)

¹⁵ Un examen preliminar de la creación del Observatorio, puede verse en Azuela, "La institucionalización de la meteorología en México".

De hecho, el Ministro Vicente Riva Palacio las puso en blanco y negro cuando expuso los siguientes objetivos: "Dar a conocer [el territorio nacional] bajo todos sus aspectos, a fin de promover, entre otros beneficios, el de la inmigración extranjera [...]; *conformar el Calendario Botánico* de las diversas regiones de la República [para] *relacionar los varios fenómenos de la vida vegetal con los cambios atmosféricos*, [como] base indispensable para el buen éxito de muchas operaciones así agrícolas como fiscales y económicas".¹⁶

Cabe advertir aquí, que la acción política no es algo que se sitúa "afuera" del desarrollo científico y que se limita a ejercer una presión "exterior" sobre la *práctica*. Pues como muestran las cursivas del párrafo anterior, con la mera formulación de los objetivos del Observatorio, el poder político opera en la *modelación* de los resultados *cognitivos* de la investigación meteorológica.

De esta manera, la acción política no queda "afuera" de los datos que se registran, ni del desenvolvimiento de los proyectos de investigación del Observatorio. La acción política está tan "adentro", que los conforma a través de las metas que demanda; de los instrumentos y el local que proporciona, e incluso mediante la designación de la posición geográfica en donde se ubica este último. Y desde luego, la acción política tampoco queda "afuera" del proceso de demarcación de una nueva disciplina científica dentro del horizonte cultural, ni de su legitimación social.

Pero la acción política no se ejerce en un vacío social, sino en el marco de las hegemonías del momento histórico; está asociada con los cambios en la situación económica; y depende de las capacidades científico-técnicas que provee el sistema de educación superior. De ahí que la creación del Observatorio no pueda explicarse a través de la mera intervención del poder político. A su alrededor presionaba el interés

¹⁶ Extraído del decreto de creación del Observatorio. (Las cursivas son mías.)

manifiesto de los científicos para establecerlo; había necesidades que debían atenderse -agricultura, navegación, desastres naturales-; y existía un relativo apremio de carácter internacional para cubrir los registros del hemisferio norte del Continente. En pocas palabras, existían suficientes factores para garantizar la "receptividad de la ciencia" -y de las otras redes- a la acción política del Presidente Díaz.

Por lo tanto, es posible concluir que cada disciplina científica es la resultante de numerosos vectores asociados. De manera que para explicar la emergencia e institucionalización de las disciplinas, es preciso aludir a las redes de actores *humanos* y *no humanos* que intervienen en el proceso -la comunidad científica, el poder político, la capacidad económica; las teorías y los instrumentos disponibles; la promesa de legitimidad del régimen. Pues como bien ha resumido Iranzo:

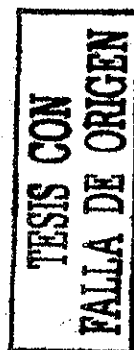
No hay ciencia, tecnología y sociedad sino asociaciones más o menos débiles de elementos heterogéneos; entender qué son los hechos, los aparatos y a la gente es lo mismo. Tampoco hay dentro y fuera de la ciencia, una dinámica social y su contexto, un sistema técnico y un entorno; esas dicotomías resultan de la práctica científica, señalan el alcance de la red.¹⁷

De acuerdo con lo anterior, para explicar la emergencia e institucionalización de las disciplinas, faltaría determinar la dinámica de aquellas asociaciones en estudios de caso concretos, como el que me ocupa.

Una opción metodológica prometedora se encuentra en la propuesta de Shapin, que sugiere analizar a la ciencia considerándola "una forma de *cultura* como cualquier otra".¹⁸ Esta consideración desvanece la discontinuidad entre la ciencia y las redes de actores *humanos* y *no humanos*. Pues, en tanto que cultura, "puede esperarse que [la ciencia] se nutra y **no** que responda simple o directamente a los factores materiales,

¹⁷ Iranzo, "Visiones del poder...", nota 13, p. 301; v.t. Latour, *Ciencia en acción...*, p. 112-113

¹⁸ La propuesta de Shapin está vinculada con la interpretación socio-política de Bourdieu, cuyo concepto fundamental es el de *campo*, entendido como una "red de relaciones objetivas entre diferentes posiciones, que genera convergencias y luchas en torno de la definición, las fronteras y las jerarquías del espacio social en las que se despliegan esas luchas y convergencias" (v. Bourdieu, P., *Les règles de l'art...*, p. 32).



sociales o culturales, más allá de su dominio". Entonces la tarea del historiador y el sociólogo de las ciencias, contemplaría "el proceso de conversión de estos factores en elementos culturales de su propio dominio..."; se borrarían así las intermitencias entre las redes y se desvelaría "una continuidad y coherencia [...] en el despliegue de la ciencia como una forma típica de cultura".¹⁹

De conformidad con las consideraciones expuestas, este estudio partirá del examen de la *práctica* científica -desde una perspectiva historicista y cultural-, para analizar la acción histórica de las redes en los términos de los propios actores.²⁰ Se buscará discernir cómo cortaban el terreno cultural los actores del pasado, en lugar de importar las fronteras actuales y las evaluaciones que éstas expresan. Pero también se confrontará la *práctica* científica con la organización institucional de los saberes, con el fin de apreciar posibles desajustes o divergencias que provengan de las interacciones con las diferentes redes e iluminen la dinámica de los **intereses** en el proceso de demarcación de las nuevas disciplinas.²¹

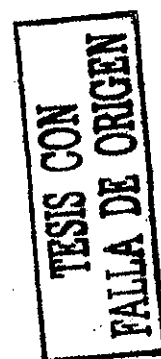
El examen de la *práctica* científica, contemplará las diferentes actividades que *produjeron conocimiento válido* sobre los fenómenos naturales, que posteriormente se acotaría dentro de las fronteras disciplinarias de la geología. Por ende, el estudio no se limitará al análisis de las actividades o las obras que se realizaron con objetivos deliberadamente "científicos";²² ni se centrará en la sucesión de las asignaturas que se impartieron en las cátedras de educación superior; y

¹⁹ Shapin, "Discipline and bounding...", p. 352-353.

²⁰ Aquí el término *historicista* se toma en un sentido amplio, como una perspectiva analítica de la acción histórica que pretende reconstruir la óptica de los propios sujetos.

²¹ De acuerdo con la definición de Latour: "Como la palabra 'inter-esse' indica, 'intereses' es lo que se encuentra entre los actores y sus objetivos; se crea así una tensión que hará que los actores seleccionen, entre muchas otras posibilidades, únicamente lo que desde su punto de vista les ayuda a obtener sus metas..." (Latour, *Ciencia en acción...*, p. 106).

²² Esto, en virtud de que se considerarán trabajos de carácter práctico, como los estudios de los mineros y agricultores, y las obras que pretendían promover la inmigración o la inversión extranjera. Desde luego, la aclaración no comporta la anacrónica -y falaz- dicotomía entre ciencia "pura" y ciencia "aplicada".



tampoco se reducirá al examen de la *práctica* ejercida por actores definidos en el marco de algún rol socioprofesional específico.

En cambio, se considerarán las investigaciones que se realizaron durante el ejercicio de actividades de diferente índole, que por la naturaleza de sus objetos de estudio, pueden responder a las categorías genéricas de *expediciones de reconocimiento y/o exploración territorial*. Aunque también se incluirán los estudios de gabinete que se efectuaron en las instituciones y los que realizó intramuros un número significativo de científicos *amateurs*.²³

Al examinar estas actividades, se harán patentes las negociaciones e intercambios entre las diferentes redes para promover sus respectivas metas, y con suerte, se podrán explicitar los **intereses** que delinearon los objetivos de la investigación y prefiguraron los *hechos* que conformarían los *patrimonios* de cada disciplina.

Este enfoque es particularmente útil para el estudio del proceso de institucionalización de las ciencias en México, en donde las conexiones entre el desarrollo científico, la acción política, los problemas económicos y las demandas técnicas, son particularmente obvias. Además de que ninguna de estas interacciones, opera al margen de las mediaciones, interferencias y presiones, que derivan de la articulación del país en el espacio hegemónico de las metrópolis.

En consecuencia, se atenderán las relaciones de la práctica científica de México con las redes metropolitanas que han influido en su orientación a lo largo de la historia. Pues no puede pasarse por alto, que éstas han presidido el establecimiento de los mecanismos de *validación y atribución*

²³ Barnes y Dolby caracterizan así a los *amateurs*: "El amateur solía perseguir sus intereses por todo el ámbito del conocimiento, sin preocuparse por las demarcaciones académicas ni inquietarse por su grado de competencia en ellas. Frente al énfasis 'profesional' en la instrucción formal, la especialización y la demarcación de competencias, en la ciencia *amateur* era frecuente la afirmación de la importancia de la libertad absoluta de investigación..." (Barnes, y Dolby, "El ethos científico...", p. 42-43).

de los resultados de la ciencia en las "periferias".²⁴ De tal manera, que la emergencia y demarcación de las disciplinas científicas comporta, cuando no una franca dependencia de las metrópolis, por lo menos una clara diferenciación en los respectivos procesos de institucionalización.

²⁴ El proceso de *validación*, se define en el imperativo del "escepticismo organizado", propuesto por Merton en su caracterización del *ethos* científico. Éste supone el libre intercambio de información entre los científicos para sujetarla al escrutinio colectivo, con el fin de "probar los hechos" y proceder a integrarlos al patrimonio. El proceso de *atribución* es el que designa al "autor" de un resultado o una innovación científica. (v. Merton, R., "La estructura normativa de la ciencia", p. 355-376)

2

**La organización de los saberes
y su correspondencia con la práctica científica**

La *práctica* científica que transformó la geografía en el siglo XIX y dio lugar a la geología como disciplina independiente, se caracterizó por su tendencia a perturbar, asediar, transgredir y reformar las fronteras que cortaban el horizonte cultural. En ese sentido, la versatilidad de esta *práctica*, constituyó un impertinente reto para los analistas que desde el siglo XVIII, pretendían definir los linderos disciplinarios.

La dificultad para discernir su ubicación dentro de las fórmulas que se establecieron,²⁵ parece indicar que la mera enunciación de los cortes y definiciones que se hacen "desde arriba" es insuficiente para explicar sus conexiones con la *práctica* científica que se verifica "aquí abajo". Sobre todo, porque es esta última la que resuelve la integración de los *hechos* a un patrimonio y la configuración final de la especialidad, a través de su interacción con las diferentes redes (la comunidad científica, el poder político, los círculos empresariales; las teorías en disputa, el conjunto de datos empíricos disponibles o la instrumentación).

Para Dogan y Parhe, por ejemplo, el papel de las instituciones es determinante en el devenir de las disciplinas y las especialidades. En ocasiones, apuntan, "las especialidades que se superponen son artificialmente encerradas y aisladas dentro de disciplinas". O bien, agregan, "la formación [académica dominante], la distribución de recursos y las rivalidades entre las instituciones, contribuyen a separar estas subdisciplinas por razones que no tienen nada que ver con la

²⁵ Tal vez la fórmula más socorrida fue la que apareció en el tomo I de la *Encyclopédie* (1751) de Diderot y d'Alembert, bajo el título de "Distribución genealógica de las ciencias y las artes principales".

investigación". Por lo anterior, advierten, los aspectos institucionales constituyen una clave para "comprender por qué la topografía de las ciencias es tan diferente de un país a otro [y para reparar en] la naturaleza arbitraria de las fronteras entre las disciplinas formales".²⁶

La meteorología en México, por ejemplo, permaneció encerrada dentro del apartado de "Física del Globo" de la asignatura de Física, desde la Colonia hasta la Restauración de la República, cuando aparece como disciplina independiente en la Escuela Nacional de Agricultura (1868).

El dato es sugerente, porque la Escuela de Ingenieros tuvo que esperar hasta 1883 para que la *meteorología* se asentara en los planes de estudio de manera definitiva.²⁷ Esto a pesar de que en ambas escuelas se efectuaban registros sistemáticos que dieron lugar a las primeras series meteorológicas de carácter institucional que se publicaron en el país (en la década de los cuarenta).²⁸

Las innovaciones de carácter teórico, por su parte, tienen una capacidad relativa para determinar por sí mismas la emergencia de una nueva disciplina y/o la reconfiguración del horizonte cultural. Esto en virtud de que su propia formulación aflora del conjunto de hallazgos que el investigador tiene a su disposición en un momento histórico específico.

En el caso de la teoría geológica de Lyell,²⁹ por ejemplo, estos hallazgos provienen de la mecanización de la industria y la necesidad de

²⁶ Dogan y Pahre, *Las nuevas ciencias sociales...*, p. 75

²⁷ Hubo un período (1843-58) en que la meteorología apareció en el plan de estudios de los ingenieros agrimensores del Colegio de Minería. En el Plan de 1858 la carrera se eliminó del plantel con todo y asignatura (cit. en Mendoza, *Los ingenieros geógrafos de México*, p. 150 y 157)

²⁸ La fecha corresponde a los registros publicados por la Escuela de Minas, ya que los de Agricultura comenzaron a aparecer en 1857.

²⁹ El geólogo escocés Charles Lyell (1797-1875), amplió y popularizó la teoría uniformista de Hutton en su obra *Los principios de la geología*. Su aparición en tres volúmenes entre 1830 y 1833, tuvo un impacto comparable al de la Revolución Copernicana y fue determinante para la concepción de la teoría evolucionista de Darwin.

aumentar la escala productiva de la minería del carbón, así como de la urgencia de movilizar las mercancías.³⁰

Al contemplar la emergencia de la nueva teoría desde esta óptica, se observa la multiplicación y diversificación de los actores que de alguna manera intervinieron en los debates entre catastrofistas y uniformistas. Pues además de los teólogos y científicos que participaron, estaban los empresarios, técnicos y obreros que proyectaban y construían los canales que atravesaron la variada topografía inglesa; los exploradores que buscaban nuevos yacimientos de carbón y los oficiales y emigrantes que establecían enclaves coloniales en ultramar para ampliar los mercados del Imperio Británico.

Todas estas actividades promovieron el estudio intensivo de sus territorios y conformaron una voluminosa colección de datos que *modeló* la teoría de Lyell y proporcionó los argumentos para su ulterior adopción por la colectividad. Con ello, la instauración de la geología como disciplina independiente -que la historiografía ubica en este momento-, resulta de un entramado de actores e iniciativas de diferente índole, que desaparecen detrás de Lyell.³¹

Pero tal omisión no está exenta de riesgos y puede oscurecer el análisis del devenir de la geología mexicana, y en general de cualquier disciplina científica. Por ello, la perspectiva historiográfica que pasa por alto las diversas actividades e individuos que sustentaron el "nacimiento" de la geología, para otorgarle el crédito completo a Lyell, ha sido censurada por Bruno Latour en los siguientes términos:

... Barriendo a una multitud de actores, describe genios que tuvieron ideas. El resto, arguye, es mero desarrollo, un simple despliegue de los

³⁰ Para Tinkler, la diferencia entre los escritos de Lyell y los de los uniformistas que le precedieron estriba justamente en "el detallado conocimiento de la geología de campo", que el primero tuvo a su disposición. Y advierte que "la diferencia no es casual, es sólo una de las consecuencias de la Revolución Industrial" (Tinkler, *A short history...*, p. 68).

³¹ Para una discusión sobre la periodización de la historia de la geología, v. Laudan, Rachel, "The History of Geology, 1780-1840", p. 314-325.

'principios originales' que son los que realmente cuentan. Miles de personas trabajan; en estos trabajos se movilizan cientos de miles de nuevos actores, pero sólo unos pocos son designados como los motores que impulsan todo el conjunto.³²

La reconvencción es atinada porque el conocimiento geológico no puede prescindir del examen de ningún territorio del Globo. El mexicano, en particular, fue estudiado por un buen número de individuos -nacionales y extranjeros- que sólo excepcionalmente pasaron a la bibliografía científica.³³ De modo que si se busca explicar el devenir de las ciencias de la Tierra en nuestro país y entender cómo y por qué algunos científicos trascendieron sus fronteras, hay que incorporar a todos los actores que desaparecieron en el anonimato.³⁴

Para mantener una prudente congruencia con estos argumentos, la vía de estudiar la práctica científica "aquí abajo" para observar la interacción de las diferentes redes en la conformación de las disciplinas, parece prometedora.

Pero para ratificar la validez de esta aproximación, conviene abordar el problema "desde arriba", como lo hizo Capel, y tomar como punto de partida una repartición "canónica" de los saberes para confrontarla con la *práctica*.³⁵

Capel eligió la "Distribución genealógica de las ciencias..." de la *Enciclopedia Francesa*, en donde se enumeran las siguientes disciplinas relacionadas con el área que me ocupa:

Astronomía física, física, física particular, *meteorología*, *mineralogía*, botánica, química, *aerología*, *geología*, *hidrología*, *hidrografía*,

³² Latour, *Ciencia en acción...*, p. 130

³³ Y para muestra basta un botón: En la obra *Geologists and the history of Geology*, Sarjeant no registra a Nyst, pero incluye a Galeotti; anota a Ezequiel Ordóñez y omite a José G. Aguilera. Esto a pesar de que ambos pares de estudiosos publicaron varios trabajos en co-autoría (Sarjeant, W. A. S., *Geologists and the history of Geology. An International Bibliography from the origins to 1978*).

³⁴ O más modestamente, al mayor número posible.

³⁵ Desde luego, el canon al que aludo es Occidental y eurocéntrico.

geografía con sus diferentes ramas (geografía natural, civil o política, histórica, sagrada, eclesiástica y física) y ciencias del hombre.³⁶

Su elección fue atinada, y no sólo porque su vasta influencia en Occidente le confiere el rango "canónico", sino porque demuestra que en la definición del campo cultural dieciochesco, la geografía y sus subdisciplinas tienen una presencia importante, y que algunas de las disciplinas que hoy acotamos como "ciencias de la Tierra" se encuentran ya diferenciadas.

Este detalle bastaría para que desde cierta perspectiva historiográfica se afirmara que la repartición de los saberes en especialidades se había *institucionalizado*. Mientras que desde el punto de vista que orienta este trabajo, se tendría que contemplar la proyección efectiva de los cortes tanto en la *autodefinición* de los hombres de ciencia en una u otra especialidad, como en el ejercicio de su *práctica*. (Puesto que se trata de analizar la acción histórica en los términos de los propios actores.)³⁷

Sin embargo, la intención de mantener un "pacto de fidelidad" con los *actores* en la definición y distribución del campo cultural, no está exenta de dificultades. Pues como ha advertido Costabel, "el estudio del nacimiento de nuevas disciplinas [...] corresponde al estado actual del fenómeno científico, que sin lugar a dudas, desafía toda referencia al pasado".³⁸

Con esta advertencia, habría que mantener una permanente vigilancia frente a la perspectiva historiográfica -emparentada con la de este estudio-, que pergeña en el pasado las "contribuciones" que conducen a la institucionalización de cada disciplina, mediante el traslado de los

³⁶ Cit. en Horacio Capel, "Ramas en el árbol de la ciencia Geografía, física e historia natural en las expediciones náuticas del XVIII", p. 507. (Las cursivas son mías.)

³⁷ Esta es la corriente de investigación *actor-orientated*, que Shapin justificó sucintamente: "Se supone que los historiadores quieren saber cómo percibían sus circunstancias los actores; y los sociólogos se supone que (al menos ocasionalmente) quieren explicar el comportamiento de los actores." (Shapin, "Discipline and bounding...", p. 352)

³⁸ P. Costabel, 1976. "Du Centenaire d'une Discipline Nouvelle: la Thermodynamique", en Lemaine *et al*, *Perspectives on the Emergence of Scientific Disciplines*, p. 53.

conceptos y los hallazgos que antes estuvieron en otros dominios, al espacio disciplinario actual. Para ello, es preciso preservar el *dictum* historicista y reintegrar cada "contribución" -con su autor- al horizonte cultural en el que se llevó a efecto.

Por ejemplo, aquella perspectiva historiográfica ubica los trabajos de magnetismo terrestre de Humboldt y Gauss entre los parteaguas para el desarrollo de la geofísica.³⁹ Pero como es bien sabido, el término ni siquiera formaba parte de su vocabulario; ni existía un acuerdo entre los estudiosos del fenómeno que pudiera indicar en ese momento, la mera intención de acotar la subdisciplina.

Para que esto ocurra, advierte Shapin, debe imperar el consenso de la comunidad científica respecto al "conjunto de marcas construídas y mantenidas en el espacio cultural que permiten decir a las colectividades dónde están, a dónde pueden y no pueden ir; [y] qué comportamiento está permitido en este lugar". Y desde luego, el consenso sobre los contenidos teóricos y conceptuales de la disciplina en cuestión, en relación con lo que se considerará "verdadero" y "falso", "legítimo" e "ilegítimo".⁴⁰

El ejemplo del geomagnetismo es iluminador porque Gauss y Humboldt no compartían el mismo terreno epistemológico, ni tenían un lenguaje conceptual común y tampoco los mismos objetivos. Y desde luego sus respectivas *prácticas* científicas eran divergentes:

Cuando Carl Friedrich Gauss (1777-1855) **descendía** del mundo de la abstracción absoluta y se detenía en la contemplación de la naturaleza, aplicaba su portentoso talento matemático al estudio de la física (astronomía, geodesia y geomagnetismo). Humboldt, por su parte, exploraba el mundo natural en el terreno y cuando **ascendía** al *topos*

³⁹ Humboldt realizó investigaciones sobre las fluctuaciones del campo magnético terrestre desde su viaje americano (1799-1804); las continuó en Rusia (1829) y en 1836 logró el apoyo de la Royal Society para establecer una red de observatorios en Canadá, Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda. Gauss, por su parte organizó observaciones magnéticas simultáneas en Alemania, Inglaterra y Suecia.

⁴⁰ Shapin, "Discipline and bounding...", p. 354-355

uranus se valía de su extraordinaria capacidad sintética para explicar la interrelación entre los fenómenos de diferente índole (geológicos, climáticos, magnéticos...) que coexisten en determinadas áreas o regiones geográficas.

Coincidían en cambio en el espíritu universalista que llevó al matemático a desarrollar el método de mínimos cuadrados para calcular las órbitas de los astros; a inventar un instrumento para efectuar determinaciones geodésicas más precisas, y a colaborar con Weber en el estudio del campo magnético de la Tierra. Mientras el naturalista -que había expresado sus datos meteorológicos en el primer mapa de isotermas-, sacaba conclusiones revolucionarias sobre el papel de las fuerzas eruptivas en la historia de la corteza terrestre y registraba las tormentas magnéticas en un jardín berlinés. Todo para redactar una obra que significativamente tituló *Cosmos*.

En este sentido, es posible afirmar que la *práctica científica* del período sólo se ajustaba al esquema de la *Enciclopedia* excepcionalmente. Los actores rara vez se movían en un espacio monodisciplinario y aunque a veces escribían libros especializados, un número significativo de obras tenían ese carácter totalizante que estaba por perecer.

El proceso se estaba acelerando en los centros metropolitanos, que contaban con instituciones de carácter científico que operaban como *centros de acopio* -Museo, Jardín Botánico, Gabinete de Historia Natural, Observatorios (astronómico y/o meteorológico), Oficinas de Cartografía. En su seno residían los *especialistas*: profesores de botánica, geología, zoología y paleontología; astrónomos, meteorólogos y cartógrafos. Individuos que rara vez abandonaban sus recintos de trabajo para salir al campo a coleccionar especímenes y/o efectuar registros y mediciones. Estas tareas se reservaban -o delegaban- a los exploradores, cuya *práctica científica* se diferenciaba radicalmente del trabajo de gabinete.

El explorador (Humboldt) enfrentaba el mundo natural en toda su complejidad y advertía las interacciones mutuas de los fenómenos que observaba. En cambio, sus contrapartes (Berthier y Kunth) repartían aquella complejidad en apartados estancos, relativos a las fronteras disciplinarias formales.⁴¹ En este sentido, la especialización parecía estar relacionada con una división del trabajo en las tareas de investigación científica.

Por otra parte, la naturaleza era objeto de estudio de otros exploradores que no llevaban sus resultados a una institución científica, sino a una empresa minera, a una oficina naval o de colonización; a una escuela de ingeniería o de agricultura; o que se limitaban a publicarlos en los medios que tuvieran a su disposición.⁴²

Entre estos exploradores, Claval destaca "un nuevo tipo de viajero" que aparece a principios del siglo XIX, y que reúne las siguientes características:

No es un aventurero. Habitualmente se trata de un joven sabio, armado con un bagaje [intelectual] sólido. Sale de viaje para verificar hipótesis; para integrar [al mundo conocido] una zona de tierras ignotas; para recoger especímenes y levantar cartas. Tiene alma de naturalista, frecuentemente abierta a todas las curiosidades. Procura familiarizarse con la lengua del país y comprender a sus habitantes.⁴³

En suma: sin dejar de ser "científicos", los exploradores y sus contrapartes de las instituciones, se movían a través de diferentes "conjuntos de marcas construídas en el espacio cultural". De ahí que sus perspectivas epistemológicas fueran distintas, sus objetivos diversos y sus intereses disímbolos. Baste apuntar que mientras la perspectiva

⁴¹ Como es sabido, Humboldt se auxilió de los especialistas para el estudio de sus colecciones. Así, Berthier analizó las muestras meteóricas y Karl Kunth se ocupó de las colecciones florísticas. Las tareas de clasificación y análisis de las colecciones del prusiano, les proporcionaron material a los especialistas para publicar numerosos artículos individualmente. Agradezco la asesoría de la Mtra. Graciela Zamudio en este último aspecto, así como el ejemplar de Langman que puso a mi disposición (Langman, I., *A selected Guide to the Literature on the Flowering Plants of Mexico*, p. 382).

⁴² Libros de viajes, periódicos y revistas -no necesariamente de carácter científico.

⁴³ Se refiere a los viajeros alemanes en particular (Claval, *La pensée géographique*, p. 24).

epistemológica del explorador era amplia y su mirada incluyente, las del especialista eran, estrecha la una y excluyente la otra. Por lo tanto, se puede inferir que hasta este momento existen discrepancias entre la *práctica científica* que conformaba los patrimonios de las disciplinas emergentes, y la organización canónica de los saberes.

De hecho, ni siquiera existía consenso entre los hombres de ciencia sobre la definición de las subdisciplinas o la delimitación de sus respectivos objetos de estudio. Esta cuestión fue abordada por Humboldt en 1845, cuando advirtió:

... los términos fisiología, física, historia natural, geología y geografía, se aplicaron en el uso corriente, mucho antes de que se formularan ideas claras sobre la diversidad de objetos que abarca cada una de estas ciencias, y consecuentemente, sobre sus limitaciones recíprocas.⁴⁴

La anotación es pertinente porque Humboldt era uno de los científicos más autorizados de su tiempo; un explorador connotado y el promotor de una perspectiva analítica crucial para el desarrollo de las ciencias de la Tierra. Su advertencia, por tanto, proviene de una *práctica científica* en acción, que opera en el seno mismo del proceso de reconfiguración del horizonte cultural. Y la falta de definiciones precisas que apunta, remite a la ausencia de cortes disciplinarios en el ejercicio de la investigación científica. Sin ir más lejos, recuérdese que buen número de sus contemporáneos fueron calificados de “enciclopedistas”, justamente porque *su práctica* estaba lejos de mantenerse en el interior de cualquier frontera disciplinaria.

Esto es cierto, incluso en el ejercicio de disciplinas fuertemente institucionalizadas como la química o la geografía, en donde parecía haber unanimidad respecto al "conjunto de marcas construídas y mantenidas en el

⁴⁴ La fecha corresponde a la publicación del primer tomo del *Cosmos*, que habría comenzado a escribir en 1834 (v. Humboldt, 1845. "Introducción", *Cosmos*, vol I, p. 41).

espacio cultural" que permitían situar la acción de los químicos y los geógrafos dentro de ciertos límites.

En el caso de la química, considérese la situación de Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794), quien pasó a la historia como "fundador de la química",⁴⁵ pero en cuya biografía se aprecia una gama amplísima de actividades e inclinaciones:

Se interesó originalmente por la astronomía; se inició como científico en el estudio de la geología, en cuya práctica realizó análisis de aguas minerales, que lo condujeron a la química. Produjo innovaciones en el alumbrado público; ideó nuevos métodos para la fabricación de la pólvora; trabajó para la modernización de la agricultura; desarrolló instrumentos de precisión para la experimentación y fue especialista financiero del Antiguo Régimen (recaudador general, regidor, banquero y capitalista). Se llamaba a sí mismo filósofo, pero en relación con su *Tratado Elemental de Chimica*, consideró sus aportaciones como una revolución en "física y química".⁴⁶

Desde la *perspectiva del actor*, puede advertirse que Lavoisier reconocía la legitimidad de las fronteras que recortaban el terreno cultural de su tiempo, aunque situaba su práctica científica en un borde bastante permeable -entre la física y la química de su tiempo. Y no era el único. Sus propios colegas también tenían dificultades para ubicar sus innovaciones en los compartimentos de la organización canónica del saber. Según Patrice Bret, "lo reconocían algunas veces más como físico que como químico" y

⁴⁵ Al margen de las disputas de tinte nacionalista que atribuyen el mérito a Priestley, estudios recientes restringen el papel de Lavoisier en la "revolución fundadora", considerándolo sólo un participante de una larga empresa colectiva. (v. B. Bensaude Vincent, "A view of the Chemical revolution through contemporary textbooks: Lavoisier, Fourcrouy et Chaptal".)

⁴⁶ Los datos están tomados de Asimov, *Enciclopedia biográfica...*, p. 178-182; Bensaude-Vincent, B. "Lavoisier: una revolución científica", p. 19-29; y Poirier, J., "Lavoisier, Recaudador General, Banquero y Comisario de la Tesorería General", p. 31-32.

encontraban que su trabajo "poseía una visión matemática de la química dentro [del] modelo científico [...] *de los geómetras*".⁴⁷

El caso de la geografía era aún más complicado. Pues aunque imperaba el consenso de ubicar a la cartografía como uno de sus objetos tradicionales, la suerte de otros era variable: Algunos emigraban hacia nuevos dominios o estaban en vísperas de desaparecer -la astronomía y la cosmografía. Otros estaban en pleno proceso de hibridación con la física, la química y la historia natural -como la geología y la meteorología-;⁴⁸ o con la matemática y la emergente ciencia política -la estadística. Simultáneamente existían espacios de indefinición y yuxtaposición disciplinaria -entre la geografía y la historia natural; o la geografía física y la geología.

Como bien ha resumido Capel, la situación de la geografía en el XVIII, "implicaba [...] una restructuración de los campos de la ciencia y de las vinculaciones entre las ramas que se iban constituyendo".⁴⁹ Una restructuración que a juicio del autor, no estuvo exenta de riesgos, ya que "la geografía bien pudo desaparecer".⁵⁰

Aunque también es cierto, como apunta Claval, que la interacción de los naturalistas con los geógrafos, indujo un cambio en la *práctica* de la geografía. Los primeros, afirma, tenían "la misión de describir el mundo y de hacer comprensibles la diversidad de los paisajes, de las formas de la vida y de las civilizaciones. Mientras que los segundos, que habían adquirido el hábito de no ver el espacio más que a través de la carta, se dispusieron a practicar la observación directa de los paisajes."⁵¹

⁴⁷ P. Bret, 1995. "La enseñanza durante la Revolución Química en el arsenal: El curso de Gengembre en la Escuela de Pólvora (1785)", en Aceves, *Las ciencias químicas y biológicas...*, p. 56-57.

⁴⁸ Para la historia de la geología es importante tener en mente que la historia natural abarcaba el estudio del reino mineral, y que buen número de los "geólogos" de entonces era *naturalista*.

⁴⁹ V. H. Capel, 1995. "Ramas en el árbol de la ciencia...", p. 526.

⁵⁰ Se refiere desde luego, a la geografía como disciplina académica y a su *status* institucional. (v. Capel, 1990. "Historia de la ciencia e historia de las disciplinas científicas...", p. 21)

⁵¹ Claval, *Histoire de la Géographie française de 1870 à nos jours*, p. 24.

En este sentido, mientras la geografía emprendía la reconfiguración, que señalan ambos autores, su *práctica* se llevó a cabo en un horizonte cultural donde los cortes se desvanecían. En particular, durante los viajes y las expediciones que constituyeron una de las fuentes más importantes para el desarrollo de las ciencias naturales y la instauración de las especialidades que me ocupan.

Pues aunque las expediciones del XVIII -y algunas del XIX- podían ubicarse en el campo de la geografía por su relación con el descubrimiento y la descripción de nuevos territorios, los objetos de estudio que se abordaban invadían otros campos. En particular, el de la historia natural, al punto de definir un tipo específico de viajero: el viajero-naturalista,⁵² que se ocupaba de reunir y ordenar datos, observaciones y especímenes durante las expediciones.

La multiplicidad de intereses y actividades de los viajeros quedó registrada en los diarios, informes y libros, que escribieron. En estos trabajos se plasmó un abanico de objetos que abarcaba todo el horizonte cultural, con yuxtaposiciones indiscernibles entre geografía e historia natural, aunque también es cierto que en ocasiones prevalecía alguna dirección disciplinaria -como geología, mineralogía o botánica.

Así, la expedición de Sessé y Mociño fue exclusivamente *botánica*. Mientras que Charles Darwin participó en la expedición *geológica* de Sedwick como *naturalista*,⁵³ y luego sus resultados estimularon el

⁵² Aunque tomo de Laissus la caracterización de "viajero-naturalista", no concuerdo con la jerarquización que marca respecto al naturalista de gabinete. Para el autor, el primero "es más viajero que naturalista", pues su entrenamiento formal es "insuficiente". De ahí que lo subordine al "verdadero naturalista", que transforma en el gabinete los especímenes y colecciones del primero, "en materiales al servicio de la ciencia". (v. Laissus, "Les Voyageurs Naturalistes du Jardin du Roi et du Muséum d'Histoire Naturelle...", p. 263 y cf. el *nuevo tipo de viajero* de Claval, *La pensée géographique*, p. 24)

⁵³ El primer trabajo científico de Charles Darwin (1809-1882) fue el famoso viaje a bordo del *Beagle* (1831-1836), que organizó el geólogo uniformista inglés, Alan Sedwick (1785-1873).

desarrollo de la botánica y la zoología; así como la consolidación de la geología,⁵⁴ y la emergencia de la antropología.

Las expediciones con objetivo manifiestamente *geográfico* tuvieron el mismo carácter, como se constata en la expedición de Jorge Juan y Antonio de Ulloa (1735) y en la de Malaspina (1789-1794). Pues, como es sabido, ambas se definieron dentro del ámbito de la geografía astronómica, pero aportaron datos a la historia natural, la economía política e incluso a la antropología -si se admite el impertinente anacronismo.⁵⁵

La expedición de Mier y Terán (1827-1831) fue de índole similar, pues aunque se organizó para una encomienda de orden geográfico -trazar los límites y explorar los territorios del noreste de México-, el *Diario de la Comisión de Límites* incluye datos de especies botánicas, zoológicas y mineralógicas; descripciones del clima y la configuración geológica; así como referencias etnográficas y "antropológicas".⁵⁶

De manera que en relación con la repartición de los saberes, las expediciones expresan una abierta disipación de las fronteras. Aunque con ánimo de caracterizarlas, podría seguirse a Capel y definir las como "viajes científicos con objetivos políticos".⁵⁷

La situación no es privativa de Hispanoamérica, como revela el viaje de La Pérouse (1785 - c. 1788),⁵⁸ en donde se diluyen todos los cortes del horizonte cultural que marca la *Enciclopedia*. Laissus identifica "primero a la geografía..., puesto que el objetivo del viaje es el reconocimiento de la

⁵⁴ Lyell tomó su estudio de los arrecifes de coral y sus reportes sobre la relación entre los sismos y la elevación y submergencia de la costa sudamericana. (v. Tinkler, *A short history...*, p. 79)

⁵⁵ La primera expedición tuvo por objeto de medir el arco meridiano en las inmediaciones de Quito, bajo la línea equinoccial. La segunda tenía objetivos astronómico-cartográficos de interés para la geografía y la navegación. (v. Capel, 1995, "Ramas en el árbol de la ciencia:...", p. 507 y González Claverán, *La expedición científica de Malaspina...* p. 435-444)

⁵⁶ La expedición se detallará en la segunda parte. (v. Berlandier, y Chovell, *Diario de viaje de la Comisión de Límites...*, bajo la dirección de [...] Manuel de Mier y Terán)

⁵⁷ Capel caracteriza así la expedición de Malaspina. (v. "Ramas en el árbol de la ciencia:...", p. 507)

⁵⁸ Jean-François de Galaup, conde de La Pérouse condujo una amplia exploración en el Pacífico, al mando de *La Boussole* y *Astrolabe*. La expedición terminó trágicamente (c. 1788), aunque La Pérouse había enviado los diarios y mapas reunidos entre 1786 y 1788. Con ellos se formaron los 4 volúmenes del *Voyage de La Pérouse autour du monde* (1798), publicado por L. A. Milet-Mureau.

costa sur de Australia..., aunque también [figuran] la oceanografía, la medicina naval, la higiene a bordo de los buques [y] desde luego, pasan revista todas las ramas de la historia natural".⁵⁹ Incluso el interés por la diversidad racial -que conduciría con el tiempo a la antropología-, está presente en el *Instructivo para las investigaciones relativas a las diferencias anatómicas de las diversas razas humanas...*, que redactó Cuvier para la expedición.⁶⁰

Esa mirada incluyente que barría las fronteras disciplinarias también se aprecia en Norteamérica: La expedición de Lewis and Clark (1803-1806), por ejemplo, se organizó con el amplísimo objetivo de "explorar los territorios al oeste del Mississippi". Pero el Presidente Thomas Jefferson estableció una serie de lineamientos para concentrar datos específicos de las posiciones geográficas de algunos puntos clave; organizar registros sistemáticos de la naturaleza de la región -suelo, vegetación, fauna, minerales, clima-; y describir a sus habitantes -aspecto, lenguaje, medios de subsistencia, costumbres, relaciones con otras tribus.⁶¹

Los viajes de exploración que efectuaron los británicos a lo largo del siglo XIX fueron del mismo tenor. Así lo prueban las obras derivadas de las expediciones tierra adentro del "quinto continente", que contienen descripciones y registros del medio -climas, geología, vegetación, flora y fauna-; estudios etnográficos y antropológicos; e incluso consideraciones de carácter socio-político.⁶²

⁵⁹ Laissus, "Les voyageurs naturalistes... ", p. 273.

⁶⁰ El título del instructivo es: *Note instructive sur les recherches à faire relativement aux différences anatomiques des diverses races d'hommes...* (Cit. en Laissus, "Les voyageurs naturalistes... ", p. 273).

⁶¹ A juicio de Martin y James, los diarios y mapas de la expedición de Lewis and Clark representan "la más valiosa y rica colección de datos que se había recogido hasta esa fecha, de una región previamente desconocida." (v. Martin and James, *All Possible Worlds...*, p. 156, de donde se tomaron los datos.)

⁶² Todos estos aspectos están plasmados con gran belleza literaria en *A Statistical, Historical, and Political Description of the British Settlements in Australasia* (1819) de William C. Wentworth (1793-1872). La obra se refiere a su exploración de las Montañas Azules (1913) (v. Cuesta, *Rumbo a lo desconocido...*, p. 220-221 y Kunitz, S., *British Authors of the Nineteenth Century*, p. 650).

En el intento de acometer tal complejidad, algunos enfoques historiográficos han opuesto el frente de los roles socio-profesionales, para delinear la estirpe de las diferentes disciplinas y/o especialidades. Pero una mirada atenta a la *práctica* científica que conformó los patrimonios de las ciencias de la Tierra del XIX (geografía, geología y meteorología), puede evitar la tentación de importar las fronteras actuales, en beneficio de la comprensión histórica.

En efecto, los roles socio-profesionales de los viajeros fueron muy heterogéneos, ya que participaron misioneros, oficiales de la marina, médicos, cirujanos, farmacéuticos, pintores, mineralogistas, ingenieros militares y funcionarios civiles. El propio intento de caracterización del viajero-naturalista de Laissus -con toda la amplitud de objetivos que comprende- tiene que admitir la heterogeneidad de los orígenes profesionales de los sujetos que encajaban en la definición.

Para reafirmar la discrepancia entre los roles socio-profesionales y los objetos de la investigación, puede recurrirse a casi cualquier texto publicado por los exploradores del territorio mexicano de la primera mitad del siglo XIX. Pero tal vez el más iluminador, sea la *Estancia y viajes en México en los años 1825 hasta 1834...*, del minero alemán Joseph Burkart (1798-1874), cuyas investigaciones se detallarán más adelante.

Por el momento, baste señalar que el germano llegó a México con el escueto encargo de dirigir los Minerale del Oro y Tlalpujahuá, y terminó explorando la vasta franja comprendida entre los paralelos 22° y 23°, así como el suroeste de la capital del país.

No obstante el oficio del autor, la *Estancia y viajes en México...* está lejos de limitarse a los campos de la mineralogía o la geología, ya que abarca estudios sobre las ciudades y los diferentes climas, los volcanes, los meteoritos, las fuentes termales, los distritos mineros y los edificios precolombinos. En relación con las localidades que visitó, Burkart incluye

comentarios de orden sociológico y etnográfico, a la vez que atiende su aspecto físico y sanitario, así como las condiciones hidrográficas y climatológicas. Incorpora asimismo, discusiones teóricas sobre los caracteres mineralógicos y las condiciones estratigráficas de los principales distritos mineros de la República y completa el texto con series meteorológicas, tablas estadísticas, mapas e ilustraciones.

Como puede verse en los ejemplos anteriores, el intento de relacionar los roles socio-profesionales, las disciplinas académicas y la *práctica* para discernir cómo se dividió el terreno cultural, conduce a reconocer un profundo desacuerdo en la definición de los cortes.

Por lo tanto, para referir el proceso de institucionalización de las ciencias de la Tierra no basta establecer la génesis y el desarrollo de conceptos, descubrimientos y teorías desde una definición canónica de la repartición de los saberes; ni es suficiente establecer la vinculación de los roles profesionales con la genealogía de las contribuciones.

Es preciso, como advierte Latour, analizar "el *ciclo* entero de *acumulación*": seguir al científico del territorio virgen al centro de acopio y acompañarlo durante el proceso de *validación*, que concluye con la integración de los *hechos* a los *patrimonios* científicos.

Y una vez ahí, hay que proceder a estudiar el proceso de diferenciación -sociológica y epistemológica- de cada una de las áreas de investigación hasta que se institucionalizan como especialidades.

3

**La diferenciación de las ciencias de la Tierra
en el itinerario de los *ciclos de acumulación***

Para traer los *hechos* del territorio ignoto hasta el gabinete, dice Latour, "hay que tener presentes todas las condiciones que permiten que tenga lugar un *ciclo de acumulación*".

En este punto, el analista enfrenta enormes dificultades "porque tales condiciones *atraviesan* las divisiones trazadas normalmente entre la historia económica, la historia de la ciencia, la historia de la tecnología, la política, la administración o el derecho, dado que una vez puesto en marcha, [... el ciclo] puede hacer agua en cualquier momento", advierte Latour.⁶³ O bien, agregaría yo, el ciclo puede acelerarse mediante los impulsos más disímolos e insospechados. Todo depende de la dinámica entre las diferentes redes a lo largo del ciclo de acumulación.

En el caso de México en el siglo XIX, los *ciclos de acumulación* de la geografía, la geología y la meteorología estuvieron en frecuente *riesgo* de malograrse, aunque también es cierto que recibieron suficientes e inesperados estímulos para fructificar en el mediano plazo:

Se independizó un territorio (1836) y se dio al traste con la Carta de la República; estalló una guerra civil (1858) y se interrumpieron los trabajos de la Comisión del Valle de México; cayó el Imperio (1867) y abortó el proyecto del Politécnico; se acabó el presupuesto (1886) y se postergó la creación del Instituto Geológico.

Pero también se organizó una compañía de minas (1824), que trajo a México a Burkart, von Gerolt y Berghes; se propuso la integración de una

⁶³ Latour, *Ciencia en acción...*, p. 211-212

red de estaciones meteorológicas (1862), que indujo el diseño de instructivos canónicos; se antojaron mapas precisos para hacer la guerra y se ordenó la creación del Observatorio Astronómico (1876) y de la Comisión Geográfico Exploradora (1877). Se recibió la invitación para participar en una Feria (1889) y se creó una Comisión para construir el *Bosquejo Geológico de México*; surgió un proyecto internacional (1898) que requería el estudio del territorio y se puso en marcha la Comisión Geodésica.

La dinámica de los *ciclos de acumulación*, como puede verse, está directamente relacionada con obstáculos y estímulos de toda índole. Pero la mera manifestación de su presencia es irrelevante, mientras no se expliquen las fuerzas que ponen en acción aquella dinámica. De hecho, la relevancia de examinar los *riesgos del ciclo de acumulación*, reside justamente en su capacidad de revelar los indicios que conducen a la entraña de los **intereses**. Pues son éstos justamente, los que delínean los objetos y los contenidos de los patrimonios científicos y orientan los diversos itinerarios que llevan a la demarcación de las especialidades.

Por ejemplo, el desarrollo de la astronomía en México dependió del **interés** del Estado en hacerse de mapas precisos -con lo que se restringieron sus objetos de estudio, pero se creó el Observatorio. Se vio obstaculizado cuando los **intereses** de la Iglesia y Napoleón III impulsaron la Intervención francesa -que abortó el Observatorio juarista. Y floreció una vez que se conjugaron los **intereses** de la comunidad científica local e internacional (el paso de Venus por el disco solar; la Carta del cielo) con los **intereses** prácticos del Estado (mapas, legitimidad y prestigio) -con lo que se trascendió la geografía físico-matemática y la astronomía mexicana incorporó nuevos objetos de estudio.⁶⁴

⁶⁴ El proceso se detalla en Azuela, "Francisco Díaz Covarrubias y la ingeniería en México".

Desde luego los **intereses** no obran automáticamente, requieren la intervención de los actores para movilizarse. La función de éstos últimos, de acuerdo con Callon, es actuar como portavoces de los **intereses** de las diferentes redes. Pero los actores no operan como simples mensajeros, deben *traducir* los **intereses** de las redes y *desplazarlos* adecuadamente.⁶⁵

En el caso de la astronomía mexicana, Francisco Díaz Covarrubias (1833-1889) *desplazó* el **interés** del gobierno de Juárez por la cartografía de precisión para "obligarlo a pasar" por un observatorio. Cuando Díaz Covarrubias fue eliminado como intermediario,⁶⁶ Riva Palacio lo sustituyó como *traductor* de los **intereses** científicos al lenguaje del poder político. La eficacia de su *traducción* dio lugar al establecimiento definitivo del Observatorio y proyectó la continuidad de los objetivos de Díaz Covarrubias, mediante el nombramiento de su discípulo Angel Anguiano (1840-1921), como director.⁶⁷

Una vez que consolidó su posición en las redes de la ciencia y el poder, Anguiano estuvo en condiciones de *traducir* a Porfirio Díaz y a sus colegas, lo que los astrónomos de las metrópolis decían, y lo que querían; para explicarles por qué actuaban como lo hacían y cómo se asociaban entre sí. Al final del proceso, "sólo se oían voces hablando al unísono". Anguiano hablaba en nombre de las estrellas, de los mapas, de sus colegas científicos y del prestigio del país (léase de Porfirio Díaz).

"Al comienzo, diría Callon, esos [cuatro] universos estaban separados y no existía ningún medio de comunicación entre ellos. Al final, un discurso de certeza los había unificado, o más bien, les había relacionado entre sí de una manera inteligible. Pero eso hubiera sido

⁶⁵ En los siguientes párrafos adaptaré los argumentos de Callon al caso de la astronomía mexicana (v. Michel Callon, "Algunos elementos para una sociología de la traducción...", p. 277).

⁶⁶ Sobre los *intermediarios* entre la comunidad científica y el poder político, v. Azuela y Guevara, "Las relaciones entre la comunidad científica y el poder político en México en el siglo XIX, a través del estudio de los farmacéuticos".

⁶⁷ v. Azuela, "Francisco Díaz Covarrubias y la ingeniería en México".

imposible sin las diferentes clases de desplazamientos y transformaciones que se han expuesto, sin las negociaciones y ajustes que les acompañaron."⁶⁸

Desde luego, la índole del periplo de la astronomía mexicana no es privativa de nuestro país, como ha mostrado Latour en relación con la *tournée* de Charles Lyell.

"Antes de que los demás puedan poner los pies en la geología", dice Latour:

Lyell ha de luchar en el exterior en todos los frentes al mismo tiempo. Tiene que eliminar a los amateurs (pero necesita retenerlos como fuerza disciplinada; debe complacer a la burguesía y recolectar sus fondos) manteniéndolos, sin embargo, a prudente distancia para no perder el tiempo ni discutir sus opiniones.

Tiene que probar al Estado que la geología es lo más importante que existe sobre la Tierra, *un obligado punto de paso* para las cosas que quiere hacer y que, por esa razón, debe ofrecer empleos bien pagados (pero también tiene que retrasar las expectativas del Estado, hacerle imposible el escrutinio, evitar todas sus incursiones, y forzarlo a no preguntar nada a cambio).

Debe combatir continuamente con la Iglesia y los catedráticos. Pero también encontrar la forma de introducir a hurtadillas a los geólogos, dentro de los viejos planes de estudio de las universidades en las que puedan obtener algunos cargos. Finalmente tiene que apelar al apoyo y entusiasmo de la multitud (¡pero debe hacerlo sin escandalizarla mientras hace añicos su visión del mundo!).

Sí, y hay otra cosa que debe también hacer, además de toda esa lucha: investigación en geología. Sólo cuando las batallas anteriores se hayan vencido en parte, podrá ganarse el apoyo de sus colegas para la construcción colectiva de nuevos argumentos acerca de la Tierra.⁶⁹

En el punto de "ganarse el apoyo de sus colegas para la construcción colectiva" de la geología, se entra de lleno en el terreno de la *validación* y, por ende, en el de los desequilibrios entre las instituciones donde los resultados de la investigación se traducen en *hechos científicos*, sea cual fuere su origen.

⁶⁸ Callon, "Algunos elementos para una sociología de la traducción...", p. 277

⁶⁹ Latour, *Ciencia en acción...*, p. 145. Las cursivas son mías.

En efecto, las instituciones científicas y los centros de acopio en general, reciben la recolección de datos y especímenes de los exploradores y los transcriben -los *traducen*- en mapas, informes, clasificaciones, colecciones y artículos científicos, que luego del proceso de *validación* se integran a los patrimonios como *hechos* y se acomodan en los apartados estancos de las especialidades.

Pero obviamente no todos los centros de acopio son iguales: el Ministerio de Fomento de México no tiene la misma capacidad que la Academia de Ciencias de París para concentrar datos y transformarlos en *hechos*. De ahí la posibilidad de que en la última se multipliquen las contribuciones al patrimonio de las disciplinas; se formulen nuevas interpretaciones sobre la naturaleza e incluso que surjan teorías revolucionarias.

En París los científicos *ven cosas nuevas* porque tienen a su disposición -frecuentemente por primera vez- un gran número de especímenes ordenados que provienen de todas las regiones del globo. Cuvier pudo ampliar y perfeccionar la clasificación de Linneo para el reino animal, porque en el Museo de Historia Natural pudo dominar visualmente "todos" los animales de la Tierra.⁷⁰

En París, desde el siglo XVIII, la abundancia de *hechos* condujo a la división del trabajo y a la formación de especialidades, disciplinas y subdisciplinas.⁷¹ En contraste, hasta el último tercio del XIX los datos recogidos por Fomento sólo tenían dos destinos: el departamento de cartografía y el de estadística. De ahí la restricción para construir *hechos* y la inoperancia de fragmentar la *práctica* en especialidades -sin demérito de su valor cognitivo o de su utilidad.

⁷⁰ Georges Léopold Cuvier (1769-1832) ingresó al Museo de Historia Natural de París en 1795, en donde realizó sus investigaciones sobre anatomía comparada.

⁷¹ Se trata de una momentánea simplificación, pues como se ha mostrado, los factores que intervienen en la fragmentación y emergencia de las disciplinas científicas, no se reducen a la "abundancia de *hechos*".

Aquí habría que hacer algún comentario respecto a la portentosa capacidad de las metrópolis para acumular *hechos*, formar patrimonios y constituir especialidades. Por lo menos, habría que destacar la participación de las periferias en estos procesos y recordar, por ejemplo, que las contribuciones a la botánica de Augustin de Candolle,⁷² se sustentaron en decenas de miles de aportaciones de colectores que pasaron pronto al anonimato -como nuestro Ministro Lucas Alamán.⁷³

Para reparar la injusticia, vale la pena reiterar que el desarrollo de la ciencia depende del esfuerzo colectivo y es producto del trabajo de muchos investigadores -a menudo desconocidos- cuya intervención puede llegar a ser crucial. De acuerdo con Dogan y Pahre, éstos "ofrecen una aportación capital mediante investigaciones empíricas que pueden obligar a modificar o rechazar las tesis formuladas por otros. Con gran frecuencia, sus trabajos no son mencionados sino de pasada, porque caen con rapidez en el 'dominio público' de la ciencia; empero, no se vuelven menos útiles debido a ello."⁷⁴

Pero si además de reivindicarlo, se busca explicar la suerte de nuestro controvertido prócer, es preciso enfocar la mirada hacia la *relación de fuerzas* entre los centros de acopio de México y Francia:

Alamán pudo o no, proporcionar especímenes clave para el perfeccionamiento del sistema de clasificación vegetal de Candolle. Aquí lo que realmente cuenta es la perspicacia con la que advirtió que sus aportaciones cobrarían un significado distinto si se enviaban al Museo de

⁷² Augustin P. de Candolle (1778-1841) intrdujo el sistema de clasificación de Cuvier en el reino vegetal. Dedicó toda su vida a elaborar la *Flora General del Globo*, que fue continuada por su hijo Alfonso y luego por su nieto Casimiro. **Colaboraron 32 botánicos de diversas nacionalidades**. La obra, que describe 5,134 géneros con **58,975 especies vegetales**, se publicó con el título *Prodromus systematis universalis regni vegetabilis..* (1824-1873) (v. Alcocer, "Reseña histórica... de la flora mexicana...")

⁷³ Lucas Alamán (1792-1853) fue hijo y heredero de una acaudalada familia minera. Estudió en el Seminario de Minería y viajó por Europa en 1814, donde amplió sus conocimientos minero-metalúrgicos y entró en contacto con las élites intelectuales. Cuando se incorporó al gobierno como Ministro de Relaciones (1824) promovió reformas que apoyarían el progreso económico del país, mediante el fomento a la industria (Banco del Avío) y a las ciencias (Museo Nacional y Archivo General de la Nación).

⁷⁴ Dogan y Pahre, *Las nuevas ciencias sociales...*, p. 32.

Historia Natural de París, al que tendrían en el Museo Nacional que proyectaba materializar en México.⁷⁵

La relación de fuerzas entre los centros de acopio, en este sentido, tiene una traducción política que remite a la dimensión del país al que pertenecen y al lugar que éste ocupa en el marco hegemónico del momento.

Con la crudeza y la lucidez que le caracterizan, Latour afirma que un país "con un sistema científico pequeño puede crear los hechos, comprar las patentes [...], facilitar su gente y sus recursos, pero no puede disputar, disentir o discutir, y ser tomado en serio. En lo que a la construcción de los hechos respecta, dicho país carece de *autonomía*."⁷⁶ Peor aún, ante los ojos de la comunidad científica de las metrópolis, los resultados de la investigación "periférica" -aunque sean "verdaderos"- se consideran inciertos; se duda de su "precisión científica" y de su carácter "positivo".⁷⁷

La relación de fuerzas que se expresa en el párrafo anterior, comporta también el significado de los intercambios científicos entre las redes e ilumina el papel que desempeñan los desiguales medios de difusión de que disponen los distintos países:

En lo que concierne a los intercambios científicos, es importante recordar que independientemente de su valor para los **intereses** locales, un resultado **no cuenta** mientras no se difunda -en los centros metropolitanos- y se sujete al proceso de escrutinio de la comunidad científica -de las metrópolis. No tiene la posibilidad de *validarse* y por lo tanto sus oportunidades para integrarse al patrimonio -de las metrópolis- son nulas.⁷⁸ Es como si no existiera.

⁷⁵ Lo que no significa que dejara de contribuir al acervo del museo mexicano. En cuanto a su ausencia en las bibliografías científicas, habría que reconocer el mérito de garantizar la presencia mexicana en la *Flora General del Globo*.

⁷⁶ Latour, *Ciencia en acción...*, p. 161

⁷⁷ Así fueron valorados los estudios científicos mexicanos, por los miembros de la *Commission Scientifique du Mexique* en 1864. (*Archives...*, t. I, p. 266)

⁷⁸ Aquí se podría aludir a los imperativos del "escepticismo organizado" y el "comunismo" del *ethos* mertoniano, para la *validación* de los resultados. Pero con la advertencia de que Merton obvia la asimetría

Y para probarlo tenemos a Mendel -que para desgracia de Darwin, vivió y murió fuera del *main stream* de la ciencia de su tiempo-⁷⁹ y a los científicos mexicanos cuyas innovaciones no alcanzaron a cruzar el Atlántico.

De hecho, pocas sobrevivieron al desprecio europeo cuando las circunstancias les llevaron a Francia, como puede constatarse en el "Reporte sobre el estado actual de la geografía de México...",⁸⁰ que publicó Vivien de Saint Martin durante la Intervención.⁸¹

El "patriarca de la geografía francesa" caracterizó el trabajo de Humboldt sobre la Nueva España como la obra que "funda" la geografía moderna de México; pondera los trabajos geográficos que hicieron diversos "exploradores extranjeros", entre los que destaca a Joseph Burkart a quien atribuye haber "rendido los más grandes servicios para el estudio científico de los territorios mexicanos y al perfeccionamiento de su carta". Respecto a los trabajos locales, calificó de "primer rango" los de Díaz Covarrubias y Orozco y Berra sobre el Valle de México, pues contaban con "las garantías de precisión científica que reclama la geodesia". En contraste, la carta de la República de la Sociedad de Geografía y Estadística -aún inédita- le resultó de "dudoso valor científico" y el *Atlas* de García Cubas le pareció pasable, "en tanto se efectuaba un levantamiento geográfico del país con procedimientos de mayor rigor científico". En conjunto, el territorio mexicano representaba un caudal "inexplorado" de riqueza cognitiva, de la

entre las redes y presupone la homogeneidad de los medios de comunicación disponibles. (Merton, R., "La estructura normativa de la ciencia")

⁷⁹ Sobre Mendel, v. Glass, B. "The Long Neglect of a Scientific Discovery: Mendel's Laws of Inheritance".

⁸⁰ v. Vivien de Saint-Martin, L., "Rapport sur l'état actuel de la Géographie du Mexique..."; v.t. Broc, "Les grandes missions scientifiques françaises au XIX^e siècle..."; y Dunbar, "The Compass Follows the Flag: The French Scientific Mission to Mexico, 1864-1867.

⁸¹ Louis Vivien de Saint- Martin (1802-1897) era tal vez el geógrafo más importante de Francia en el momento de la Intervención. Participó en los preámbulos del despegue de la geografía francesa y fue -con Julio Verne y Elisée Reclus- uno de los más entusiastas divulgadores de la disciplina. Fue Presidente honorario de la Sociedad de Geografía de París; miembro honorario de la Academia Real de Berlín y de otras asociaciones geográficas del mundo. Escribió el *Dictionnaire de géographie*, y trabajos sobre la geografía antigua. (Berdoulay, *La formation de l'école française...*, p. 78)

que "apenas se tenía un débil punto de partida para todo lo que restaba por hacer".⁸²

Las evaluaciones de la geología y la física del globo mexicanas fueron igualmente desventajosas -aunque se utilizaron los registros meteorológicos de los colegios, como se verá. Aquí lo que importa destacar, es que la apreciación de los franceses reflejaba con nitidez el papel que desempeñan las metrópolis en la legitimación de las publicaciones científicas y por ende, en la incorporación de los *hechos* al patrimonio:

No valían lo mismo los estudios sobre los distritos mineros de Zacatecas, que aparecieron en el *Karsten Archif für Mineralogie* de Berlín con la rúbrica de Burkart,⁸³ que los que publicó José Ma. de Bustamante en la Imprenta de Galván -con todo y que el germano los había utilizado.⁸⁴ A los franceses no les dio igual: Burkart "completaba" la visión de Humboldt y se juzgaba como una fuente "imprescindible"; mientras que Bustamante brilló por su ausencia en el registro de los autores que valía la pena consultar.⁸⁵

Pero el desdén de los franceses no se explica únicamente por la relación de fuerzas entre los países o por la supina ignorancia que mostraron aquéllos al pasar por alto las obras de los mexicanos. Habría que completar el análisis, abordando la cuestión desde el punto de vista de los **intereses**:

⁸² Saint-Martin, "Rapport sur l'état actuel de la Géographie....", p. 255-286. (Las cursivas son mías.)

⁸³ Burkart, J. 1833, "Geognostische Verhältnisse del Silber-Bergwerke von *Veta Grande* in der Provinz *Zacatecas* in Mexiko", *Karsten Archif für Mineralogie* (v. Aguilar y Santillán, *Bibliografía geológica y minera de la República Mexicana*, p. 33). En adelante la obra de Aguilar y Santillán se citará como *BG*.

⁸⁴ La relación entre la obra de Bustamante y el estudio de Burkart se discutirá en la segunda parte. Baste señalar que el primero efectuó sus investigaciones entre 1829 y 1830, y que comprendieron el estudio de *Veta Grande*.

⁸⁵ Cabe precisar que aunque no está incluido en la relación de autores que *validaron* los académicos, Bustamante aparece en una fugaz referencia de Combes. (v. "Séance du 1^o décembre, 1864", *Archives de la Commission...*, vol. I, p. 339; Combes, C., "Exploration de gîtes de minearais métallifères... ", p. 78)

Hasta 1861 la investigación del territorio mexicano se había circunscrito fundamentalmente a la construcción de la carta de la República y el levantamiento de la estadística nacional, con el **interés** de centralizar la información -en la capital- para racionalizar la administración y facilitar la concentración del poder -del gobierno general.⁸⁶ Simultáneamente, se efectuaban acciones sustentadas en **intereses** económicos, que promovían la inmigración extranjera -diversificada- para el impulso de la minería, la agricultura y el comercio *de México*.

Por otra parte, los **intereses** de Napoleón III -y su Ministerio de Instrucción Pública- orientaron la investigación territorial para centralizar la información -en el Instituto de Francia y los organismos administrativos del Imperio-⁸⁷ y racionalizar el control -desde París-; al tiempo que se promovía la inmigración -francesa- para el impulso de las empresas mineras, agrícolas y comerciales *de Francia*.

En consecuencia, el cotejo de los resultados de la investigación local con los requerimientos del Imperio francés, reveló notables incoherencias e hizo que la primera aparentara una dimensión comparativamente restringida. De ahí la desfavorable evaluación.

La incongruencia entre los **intereses**, por otra parte, da lugar a repercusiones de fondo en el devenir de la práctica científica. Pues además de que se desvía su orientación original; se rehuyen las iniciativas locales y se llega a desestimar la capacidad de sus promotores. Parafraseando a Latour, podría añadirse que "la colosal diferencia entre los **intereses** [de los invasores y de los mexicanos] permitía justificar una distinción radical entre sus respectivas aptitudes cognitivas".⁸⁸

⁸⁶ En relación con lo anterior, podría decirse que los regímenes federalistas y centralistas compartieron estos mismos intereses, con la ventaja de que los últimos los hicieron explícitos. El término "gobierno general" era de uso corriente en el siglo XIX.

⁸⁷ Valga recordar que el Instituto de Francia sustituyó a la Academia de Ciencias durante el Imperio.

⁸⁸ Latour se refiere aquí a los pescadores chinos que encontró Laperouse durante su expedición (Latour, *Ciencia en acción...*, p. 206).

La afirmación no es exagerada, como consta en la obra *Le Mexique considéré au point de vue médico-chirurgical* del expedicionario Léon Coindet, donde se alega que los mexicanos "no son aptos para la ciencia" y que "no pueden pasar de cierto grado de instrucción [...], pues son incapaces de mantener una atención profunda y sostenida..."⁸⁹

Dejando de lado el determinismo geográfico -y el racismo- que sustentaba la obra de Coindet, su estimación nos devuelve a la relación de fuerzas entre el Imperio que había logrado reunir más conocimientos acerca del mundo y un país que apenas empezaba a reconocer su territorio.⁹⁰ Pues pese a su carácter injurioso, la apreciación de Coindet tiene el mérito de destacar los matices que iluminaron las aportaciones europeas y ensombrecieron las locales, cuando se las degradó al rango de "débil punto de partida para todo lo que restaba por hacer". Recurriendo a la mordacidad de Latour, parecía como si los franceses tuvieran "la capacidad de *explicitar* la geografía *implícita* de los nativos; de transformar en *conocimiento* preciso, seguro y fundamentado, las *creencias* ambiguas, inexactas y no fundamentadas de los lugareños".⁹¹

Desde la perspectiva local, en contraste, los franceses estuvieron en franca desventaja cuando se encontraron en territorio mexicano. Porque los científicos locales, *materialmente poseían* un patrimonio de *hechos* sobre la naturaleza del país, que sobrepasaba con creces al que tenían a su disposición los arrogantes invasores. (Sumando aquí todo lo que se había descalificado y lo que se había pasado por alto.) Además, no había mucha diferencia entre la capacidad de unos y otros para reunir nuevos *hechos*.

⁸⁹ Paradójicamente, tal valoración de las capacidades locales no mermó la confianza con que utilizó las series meteorológicas de los Colegios para su estudio. Éste trata de la relación entre el clima, la altitud y el estado físico de los habitantes del país (Coindet, *Le Mexique considéré au point de vue médico-chirurgical*, t. 1, p. 128). Agradezco al Dr. Federico Fernández Christlieb la copia que me proporcionó.

⁹⁰ Desde luego mi afirmación se reduce a una útil metáfora, sin sustento en ninguna posible estadística.

⁹¹ Nuevamente se refiere a los chinos frente a Laperouse (Latour, *Ciencia en acción...*, p. 206).

Pero se trataba de una desventaja temporal. Ya que una vez reunidos los cuadernos de notas de los expedicionarios, con los mapas, estadísticas, informes y estudios de los mexicanos en el Instituto de Francia, la *asimetría* haría su contundente aparición:

Los nuevos *hechos* se integrarían al acervo que incluía otras regiones del Globo, para el escrutinio comparativo y la eventual formulación de hipótesis y teorías; el diseño de métodos e instrumentos; y la definición de nuevas directrices para la investigación. Mientras que en México, incluso con la incorporación de las investigaciones francesas, se estaba lejos de siquiera concluir el reconocimiento del territorio.

No obstante la *asimetría*, los intercambios entre ambos países se intensificaron para mutuo beneficio. E incluso se había deslizado la oportunidad para que los mexicanos se insertaran en las bibliografías de Vivien de Saint-Martin, Reclus, Malte Brun y Vidal de la Blache.⁹²

En suma: Si la *Commission Scientifique du Mexique* no hubiera cumplido sus propósitos, los mexicanos hubieran seguido siendo tan ignorados -y tan ignorantes-, como antes de la Invasión. Pero como lo logró -aunque fuera a medias-, Francia quedó en mejores condiciones para *dominar* a México desde el espacio bidimensional de los artículos científicos y los mapas que resultaron de la *traducción* de su topografía, su cultura, su geología, su lenguaje, su etnografía y sus recursos, que se efectuó en el Instituto de Francia.⁹³ Pero también las condiciones de México cambiaron.

En el caso de la geología, por ejemplo, la coexistencia con los científicos europeos durante el II Imperio, permitió que Antonio del Castillo (1820-1895) intuyera las componentes del entramado de fuerzas

⁹² El seguimiento de los mexicanos en las bibliografías de estos autores se presentó durante *XVI Congreso Nacional de Geografía*, en la ponencia "La geografía mexicana viaja a Francia: Las contribuciones locales en los estudios geográficos de la *Commission Scientifique du Mexique*".

⁹³ Esto explicaría el "afrancesamiento" cultural que se materializó años después.

que comportaba la ciencia de su tiempo. Y también, que advirtiera el papel que desempeñaban las metrópolis en los procesos de *atribución, validación* y conformación de los patrimonios.

Las conocidas iniciativas que tomó en las últimas décadas del XIX, representan la puesta en escena de la estrategia que *traducía* los intereses de las diferentes redes y los *desplazaba* convenientemente, para que *todos* tuvieran que pasar por *el atajo* de su Instituto Geológico -incluyendo aquí a los geólogos metropolitanos. Con ello, se abrió la posibilidad para que los mexicanos "produjeran" *hechos científicos*, entendido esto en el sentido del ensanchamiento de sus oportunidades de integrar sus trabajos al *patrimonio "universal"* de la geología.⁹⁴

Desde la perspectiva del proceso de institucionalización, la estrategia de Antonio del Castillo permitió que la geología en México se diferenciara socialmente de otras disciplinas -en términos de sus objetos de estudio específicos; de la formalización del proceso de *reclutamiento* de sus practicantes; del establecimiento de una normativa para la investigación y la *validación* de sus resultados.

La geología había dejado de ser una mera asignatura de apoyo en la formación profesional de las escuelas de Ingeniería y Agricultura,⁹⁵ para convertirse en una disciplina científica -en el sentido más estricto del término-, con el alto grado de permanencia y de legitimidad que le confería la ubicación del Instituto en la estructura organizativa del Ministerio de Fomento. En su seno, la capacidad para acumular *hechos* y el potencial para establecer intercambios con las redes foráneas, se habían multiplicado.

⁹⁴ En 1869 Antonio del Castillo publicaría en Berlín el artículo de paleontología, "Säugethierreste aus der Quartär-Formation des Hochthales von Mexico".

⁹⁵ La geología aparece por primera vez bajo esta denominación, en los planes de estudio de Minería en 1833, mientras que en Agricultura aparece en el primer plan de 1853.

4

Los acuerdos sociales y epistemológicos para la demarcación de las ciencias de la Tierra

Antes de entrar a discutir el tema de la diferenciación epistemológica y sociológica de las ciencias, es preciso detenerse nuevamente a examinar la cuestión de los intercambios, pues como señalé, éstos constituyen la parte medular en los procesos de *validación* de los *hechos*, previos a la conformación de los *patrimonios*, que rematan el *ciclo de acumulación*.

En primer término habría que reiterar que a lo largo del período que me ocupa, la ciencia mexicana transitó de una situación en la que se mantenían pocas y débiles conexiones con los centros metropolitanos, hasta su cabal integración con los últimos, que se materializaría en los proyectos de carácter internacional en los que participó al final del período.

En efecto, en las postrimerías del siglo XVIII y buena parte del XIX, los intercambios con las metrópolis se limitaban al ocasional envío de especímenes, colecciones, estudios y correspondencia por iniciativa personal, como ocurrió en los casos de Alzate, Elhúyar, del Río, Mociño, Alamán y de la Llave. De manera que su integración a los llamados "colegios invisibles", apenas alcanzó a tender unos cuantos hilos con las redes que empezaban a constituirse en las metrópolis.⁹⁶

Sin embargo, su situación no constituía una singularidad propia de una antigua colonia española, sino una característica del período. Porque como advierten Barnes y Dolby en su estudio sobre el *ethos* científico,

⁹⁶ Los "colegios invisibles" están constituídos por grupos *informales* de científicos, que mantienen intercambios *informales* -v.g. correspondencia personal. El primero de ellos se integró al inicio del siglo XVII. Para el XVIII, las comunidades "invisibles" de científicos y filósofos se habían internacionalizado. Su fuerza cohesiva, llevó a Voltaire a caracterizarlos como integrantes de "la República de las letras", llamada así en deliberado contraste con las élites conformadas por privilegios hereditarios.

hasta bien entrado el siglo XIX la ciencia "integraba actividades realizadas por individuos que no habían pasado a través de ningún proceso de socialización formal y cuyos contactos con sus colegas eran infrecuentes".⁹⁷

Cuando el proceso de "socialización formal" se abrió paso con la creación y/o consolidación de los sistemas institucionales de las metrópolis -academias, sociedades científicas, universidades-, se establecieron nuevos y más eficientes canales de comunicación -congresos, publicaciones, proyectos internacionales.⁹⁸ Entonces las iniciativas personales perdieron peso frente a las redes institucionales, ya que en las últimas operaban cánones y normas que regían la *práctica* científica y regulaban la *validación* de los resultados. Con el tiempo, el mundo habría cambiado radicalmente: los científicos estarían separados en categorías jerárquicas, los *amateurs* y los profesionales.⁹⁹

México no fue ajeno -ni extemporáneo- a los procesos de "socialización formal" e internacionalización que caracterizaron a la ciencia del siglo XIX. Y la prueba está en la fundación del Instituto Nacional de Geografía y Estadística en 1833, en el que se incluyeron -desde esa fecha- algunos distinguidos corresponsales como Burkart -que estaba por partir a Bonn-,¹⁰⁰ y Humboldt y Arago -que residían en París. Cinco años después, la lista de socios incluía a los viajeros Louis Berlandier, Friedrich von Gerolt, Johann Moritz Rugendas y Francesco Vecelli.¹⁰¹

⁹⁷ La cita alude a concretamente a Cavendish (1731-1810), que no publicó sus trabajos. Pero luego se centran en los científicos *amateurs*, que se mantuvieron fuera de los sistemas institucionales ya bien entrado el siglo XIX (Barnes y Dolby, "El ethos científico: un punto de vista divergente", p. 42).

⁹⁸ Aunque la creación de las primeras academias y asociaciones científicas se remonta hasta el siglo XVII, el XIX se caracteriza por su proliferación, su gradual especialización, así como por la intensificación de los intercambios a nivel internacional en los congresos y las revistas especializadas. El sistema universitario más exitoso fue el de las universidades alemanas en donde se promovió la investigación. De ahí que se le tomara como modelo en otros países.

⁹⁹ Sobre el *status* de los *amateurs* en la dinámica de la profesionalización de la ciencia, v. Lankford, John, "Amateurs versus Professionals: The Controversy over Telescope Size in Late Victorian Science".

¹⁰⁰ En 1833 Burkart radicaba en Zacatecas, pero el año siguiente regresó a Europa y se estableció en Bonn.

¹⁰¹ Alamán L., "Individuos que componen el Instituto Nacional de Geografía y Estadística", p. 104-106

A través de su relación con estos científicos, los mexicanos tornaron más frecuentes sus contactos ultramarinos. Antonio del Castillo, por ejemplo, mantenía nutrida correspondencia con Burkart; traducía sus artículos al español e incluso llegó a corregirlos.¹⁰² Pero aún no era suficiente.

El fortalecimiento y la extensión de las redes metropolitanas en el último tercio del siglo XIX, exigía una respuesta que moderara la creciente *asimetría*. El reto era por demás evidente: sin la intensificación de los intercambios hacia los centros de acopio europeos, los resultados de la investigación local -por valiosos que fueran para el país- corrían el riesgo de permanecer fuera de los *patrimonios* científicos "universales".

Si se recupera en este punto el principio que establece que el fin último de la investigación científica es *producir conocimiento válido*, es preciso distanciarse de la perspectiva historiográfica dominante en nuestro país, en beneficio de la comprensión histórica.¹⁰³ Pues en términos de la producción del conocimiento, no cuenta quién lo produjo, ni con qué fines, ni en beneficio de cuáles **intereses**. Cuenta, como dije, la difusión del resultado; la posibilidad de sujetarse al escrutinio de los estudiosos del fenómeno; y con suerte, su *validación*.

De modo que si los centros metropolitanos llevan la mano en los procesos de atribución, *validación* y conformación de los patrimonios -y en consecuencia, presiden la institucionalización de las especialidades-, para analizar el caso de México, es preciso *seguir a los actores* en su tránsito por dos vías:

¹⁰² Considérese el artículo que tradujo y corrigió Antonio del Castillo, para publicarlo en el *Boletín de SMGE* (Burkart, "Resumen de los resultados... de las minas de Pachuca y Real del Monte...").

¹⁰³ Me refiero a la historiografía que se ocupa del "rescate" de la investigación mexicana, pero suele pasar por alto su eventual (in)validación por parte de la comunidad científica metropolitana. Tal "rescate", además, tiende a omitir a muchos extranjeros que radicaron en el país y realizaron contribuciones sustantivas al desarrollo de las ciencias a nivel local e internacional -como Burkart y Galeotti.

1. La que conduce a la conformación de los patrimonios de las ciencias de la Tierra en términos de los intereses locales y se concentra en los organismos y los actores que estudiaron el territorio mexicano.¹⁰⁴
2. La que dirige los productos de la investigación local hacia los centros de acopio de las metrópolis -en función de los **intereses** de las últimas-, para dar cuenta de las interacciones que delinearon el acotamiento *institucional* de la *práctica* en disciplinas especializadas.¹⁰⁵

El recorrido de la segunda vía es particularmente importante para el caso de México, porque la evolución de su ciencia en general -y en particular la de su geografía, geología y meteorología-, dependió en altísimo grado de negociaciones entre **intereses** de muy distinta índole. Negociaciones, que no estuvieron exentas de conflictos -vg. el **interés** del gobierno mexicano por localizar zonas agrícolas para la colonización, frente al de las empresas mineras transnacionales por localizar nuevas vetas y establecer ahí los enclaves coloniales.

Como consecuencia de las discrepancias entre los **intereses**, la investigación del territorio se orientó -y se desvió- hacia **objetivos** diferentes -el estudio del noroeste de México (que estaba entre las prioridades de Napoleón III), frente al estudio del Valle de México (que promoviera el gobierno republicano).

Y obviamente, los resultados fueron a dar a **centros de acopio** de diverso orden, tamaño y ubicación: Algunos emigraron al extranjero (a la Academia Francesa, el Instituto Smithsonian, la Compañía Alemana Americana de Minas); otros, al interior del país (al Instituto de Científico y Literario del Estado de México, al Museo de Mérida). Un buen número se concentró en diversos organismos capitalinos (el Ministerio de Fomento, el Colegio de Minería, el Museo Nacional o las sociedades científicas); y terminó por reunirse en los institutos de investigación del último cuarto del

¹⁰⁴ Aquí me reintegro a la perspectiva historiográfica "rescatista" y legitimadora de la práctica científica de México, pero sumando a los extranjeros que estudiaron el país.

¹⁰⁵ Aquí introduzco una variante que me parece crucial para explicar la práctica científica de México.

siglo XIX (los Observatorios Astronómico y Meteorológico y el Instituto Geológico).

En suma: la configuración final de las ciencias de la Tierra en México, es la resultante de una *práctica científica heterogénea* en la que intervinieron diferentes redes de actores (la comunidad científica -local y foránea-, el poder político -interno y externo-, las empresas -nacionales y extranjeras-; las teorías en disputa, el conjunto de datos empíricos disponibles, la instrumentación a la mano). De ahí que se *nutriera* de factores materiales, sociales, políticos y culturales singulares, que modelaron unívocamente su dominio epistemológico y su diferenciación social.

Ahora bien, para garantizar la recomposición del horizonte cultural que supone la emergencia de las nuevas disciplinas, es preciso que se establezcan acuerdos sociales que *institucionalicen* la demarcación de las fronteras conceptuales y metodológicas que delimitarán la *práctica* científica. Y también se requiere la explicitación consensual de las reglas para la *práctica* (el *ethos* particular de la disciplina) y de los requisitos para su ejercicio (formación académica específica, por ejemplo).

La delimitación de una *práctica* científica, aclara Shapin, "es una manera de definirla; de protegerla de interferencias indeseables y de excluir a los participantes igualmente indeseables; un modo de decir cuál es el comportamiento apropiado dentro de sus fronteras y una forma de explicar cómo difiere este comportamiento de la conducta ordinaria. Asimismo, es una medio para *distribuir valor* a través de sus fronteras."¹⁰⁶

Por ejemplo: Una vez que empiezan a publicarse los registros meteorológicos del Observatorio, ya no basta el registro casero para referirse al estado del tiempo, pues aquéllos se han convertido en la única voz autorizada para expresarlo con certeza. Aunque se recluta a los

¹⁰⁶ Shapin, "Discipline and bounding...", p. 335. (Las cursivas son mías.)

amateurs para integrar redes meteorológicas, se les obliga a seguir un "comportamiento apropiado" (el Instructivo del Smithsonian) y se les explica "cuál es el comportamiento indeseable" de los observadores (pasar por alto los horarios canónicos o la calibración de los instrumentos). El Observatorio establece una *distribución de valor*: de ahora en adelante existirá un abismo entre la *apreciación* ambigua, inexacta y no fundamentada del hombre común, frente al *conocimiento* preciso, seguro y fundamentado del meteorólogo.

En este sentido la demarcación de las disciplinas opera en la redefinición de la sociedad -los legos y los científicos- y por tanto trae implícita una carga política, ya que mediante el amurallamiento que establece, se pueden unir o separar las realidades sociales y culturales y también se tiene la capacidad de dirigirlas o reorientarlas en la dirección más conveniente.¹⁰⁷

En el caso de las ciencias de la Tierra en México, la demarcación de las disciplinas y su diferenciación social fueron moldeadas en la "matriz europea": En el siglo XVIII, mediante la imposición "por decreto" de nuevas teorías y disciplinas científicas; y en el XIX, a través de estrategias informales -libros de texto, proyectos internacionales, objetos específicos de investigación- que preservaron la hegemonía de las metrópolis de ultramar.

En relación con la matriz europea, Saldaña ha enumerado los caracteres heredados por la Corona Española que prevalecieron en la ciencia mexicana durante los primeros años de vida independiente. Dice el autor:

El marco colonial tuvo un papel determinante y aportó a la ciencia sus rasgos principales, como son: la auto formación de los científicos y la formación gradual de su comunidad cuya eclosión se produce en el siglo XVIII; la institucionalización incipiente de marcado corte

¹⁰⁷ v. Bourdieu, P. "The specificity of the scientific field and the social conditions of the progress of reason", p. 19-24; v.t. Shapin, "Discipline and bounding...", p. 335

practicista y localista; la domesticación de conceptos y teorías; el patriotismo y la ideología nacionalista.¹⁰⁸

Siguiendo a Saldaña, podría agregarse que lo largo de la centuria la ciencia mexicana mantuvo la mayor parte de estos rasgos, en particular su orientación utilitaria y su marcado localismo (o nacionalismo, si se quiere). Pero otros se modificaron y se añadieron algunos más, como la formación académica de los científicos y su ulterior profesionalización; la preeminencia de la práctica científica vinculada con las actividades gubernamentales y empresariales; su fragil encuadramiento dentro de las negociaciones entre las redes nacionales y metropolitanas; y la sujeción de su desarrollo -cognitivo e institucional- a la relación de fuerzas entre aquellas redes.

Así, en el siglo XVIII se impusieron el sistema de clasificación de Linneo y la cátedra de botánica;¹⁰⁹ la geología de Werner y la mecánica newtoniana,¹¹⁰ independientemente las orientaciones y contenidos de la *práctica* y de la organización social de las ciencias de la Nueva España.¹¹¹ Y en el México Independiente pervivió la importación de las teorías y los esquemas organizativos ultramarinos, aunque ahora bajo un esquema más diversificado, ya que el derrumbe del sistema colonial había franqueado la entrada a otras metrópolis.

Finalmente, en el último cuarto del siglo, el encadenamiento de la investigación local con los objetivos de las redes metropolitanas, puede apreciarse en un solo pero ilustrativo ejemplo: El apremio de los geólogos mexicanos por estudiar los meteoritos, en vísperas de la Feria Internacional

¹⁰⁸ v. Saldaña, "Acerca de la historia de la ciencia nacional", p. 36.

¹⁰⁹ v. Zamudio, "El Jardín Botánico de la Nueva España...", p. 59. (Aquí cabe anotar que la Corona Española se plegaba a los cánones europeos.)

¹¹⁰ Sobre el Seminario de Minería se discutirá en la segunda parte.

¹¹¹ Por ello, la imposición "por decreto" no estuvo exenta de conflictos. Por ejemplo, la cátedra de Botánica y el sistema de Linneo provocaron una reacción adversa de la comunidad científica local.

de 1889 -pese a que con ello se desligaban de la tradicional orientación utilitaria de la ciencia mexicana.¹¹²

De lo anterior puede inferirse que la práctica científica mexicana y su organización institucional a lo largo de la centuria, mantuvieron como referentes los modelos europeos -cuando no, una franca sujeción-,¹¹³ sin que por ello dejaran de perfilarse sus singularidades -provenientes de las interacciones con las redes locales y foráneas.

Estas mismas interacciones estuvieron presentes en la negociación de los acuerdos sociales que *institucionalizaron* la demarcación de las fronteras conceptuales y metodológicas que delimitarían la *práctica* de las ciencias de la Tierra en México.

Así, la demarcación de las fronteras conceptuales de la geología -que aparece como asignatura en el Colegio de Minas en 1833- proviene de los acuerdos sociales que se efectuaron allende el Atlántico y se propagaron a través de sus publicaciones.¹¹⁴ De manera que cuando Andrés Manuel del Río y Antonio del Castillo enseñaron "geología" en el Colegio de Minas, utilizaron autores europeos como referencia.¹¹⁵ Y como es sabido, también se basaron en ellos para la confección de sus propios textos, con la ventaja de haber incluido algunas innovaciones derivadas de nuevas investigaciones del territorio mexicano.

Sin embargo, la *práctica* de la geología "aquí abajo" se llevó a cabo al margen del acotamiento de "allá arriba", pues fueron los exploradores que caractericé -mineros, naturalistas, geógrafos y topógrafos- los que conformaron el patrimonio de *hechos científicos* sobre la constitución geológica del territorio mexicano.

¹¹² Hasta 1888, cuando Antonio del Castillo organizó la investigación local, los meteoritos mexicanos habían sido estudiados fundamentalmente por extranjeros (Humboldt, Sonneschmidt, Burkart, Tarayre). (v. Rubinóvich, *et al*, "Las raíces de la meteorítica en México", p. 13-25.)

¹¹³ Desde luego el ejemplo extremo de "sujeción" se materializa durante el II Imperio.

¹¹⁴ La argumentación respecto a la meteorología sería similar, como se verá en el capítulo 3.

¹¹⁵ Las comillas distinguen la geología de Lyell de la orictognosia de Werner, que enseñara del Río.

Además, los centros de acopio en donde se integraban los patrimonios, diferían radicalmente de los centros metropolitanos en términos de sus **intereses** y objetivos, como expliqué. De manera que la *traducción* de los *hechos* y su distribución en apartados disciplinarios era distinta en unos y otros:

En México los hechos se *traducían* en mapas, estadísticas y colecciones; y se repartían en los apartados de la mineralogía, la historia natural, la geografía y la estadística.¹¹⁶

En Europa, los *hechos* se distribuían en más de una decena de especialidades y su *traducción* implicaba -además de todo lo que se hacía en México- la realización de estudios comparativos; la formulación de nuevas hipótesis y teorías; y el desarrollo de métodos e instrumentos para profundizar y precisar las investigaciones.¹¹⁷

De manera que tanto en las actividades de exploración como en las de gabinete, los acuerdos metodológicos para la *práctica científica* de México -en una primera etapa-, diferían de los que operaban en los centros metropolitanos.

En lo que concierne a la explicitación del *ethos* para la práctica de las nuevas especialidades y de los requisitos para su ejercicio, las conclusiones sobre las *asimetrías* son similares. Nuevamente, en virtud de la índole diversificada de la *práctica* de los exploradores y de sus diferentes roles socio-profesionales. Pero sobre todo, por el carácter específico de los centros de acopio -en donde se *validaban* los *hechos* en función de la correlación entre su contenido cognitivo y los **intereses** de las redes.

¹¹⁶ Aquí estoy considerando los centros de acopio más "grandes", el Colegio de Minería, el Ministerio de Fomento y el Museo de Historia Natural, y estoy obviando la distribución en especialidades que se efectuaba al interior del último. Esto en virtud de que hasta la última década del siglo XIX, los profesores del Museo sólo excepcionalmente fueron monodisciplinarios. (v. Guevara, R. Alfonso Herrera, Manuel María Villada y Mariano Bárcena: *Tres naturalistas mexicanos de la segunda mitad del siglo XIX.*)

¹¹⁷ Aunque en México también se desarrollaron métodos e instrumentos para la investigación, era más frecuente su importación de las metrópolis.

Por ejemplo, la dinámica que se establecía entre las redes metropolitanas a partir de la divergencia entre sus respectivos **intereses**, justificaba que la ciencia europea reivindicara el imperativo de publicar y difundir los resultados de la investigación para el escrutinio colectivo, como **único mecanismo** para la *validación "universal"* de los *hechos*.

Mientras que en México, los mecanismos de *validación* dependían de la relevancia de los *hechos* para la conformación de un acervo razonable de conocimientos sobre la configuración geográfica y los recursos del país (para la construcción de la Carta de la República, el levantamiento de la Estadística Nacional y el fomento de la industria minera).¹¹⁸

Una situación análoga, puede observarse en los requisitos para el *reclutamiento* de los practicantes de cada disciplina en uno y otro lados del Atlántico:

En Europa, como es sabido, Alemania había abierto paso a una nueva concepción del papel de las universidades en el desarrollo de la ciencia. La rápida conformación de nuevas disciplinas en el siglo XIX, exigió que las universidades asumieran la responsabilidad de formar cuadros de especialistas para dedicarse a la investigación.

De manera que entre los acuerdos sociales que establecieron los miembros de cada campo profesional para el *reclutamiento* de sus practicantes, destacó el entrenamiento en las cátedras y los laboratorios de cursos avanzados en las escuelas de *posgrado*. En adelante, la investigación científica sería una profesión.¹¹⁹

Aquí cabe citar los rasgos de la profesionalización que resume Morrel:

Una profesión es una vocación de *tiempo completo* definida por las siguientes características: la posesión de *habilidades* basadas en el *conocimiento sistemático, teórico y esotérico*; la provisión de un *entrenamiento riguroso y especializado*; la disposición de

¹¹⁸ Por eso la Carta de García Cubas se *validó* en México y no en Francia.

¹¹⁹ Para el caso de la geografía, v. Martin and James, *All Possible Worlds...*, p. 162-163.

procedimientos para probar y *certificar* la *competencia* de los miembros; la existencia de *organizaciones* -por lo general, autoreguladas y sancionadas por el Estado- para hacer cumplir los *estándares* y *normas* de la *práctica* y proveer a sus integrantes con un fuerte sentido de *identidad* corporativa. Así como, para ejercer un grado de *monopolio* sobre los *contenidos esotéricos* de la especialidad y promover la adhesión colectiva a la norma ética de proporcionar un servicio altruista -aunque remunerado- a la sociedad...¹²⁰

De acuerdo con la anterior caracterización, es claro que en el siglo XIX mexicano la profesionalización de la práctica científica tuvo matices específicos que se proyectaron en la formalización del *reclutamiento* de los practicantes de las nuevas especialidades.

Para empezar, no existía una correlación entre el sistema de educación superior y las exigencias de la *práctica*. Así, por ejemplo, para la *práctica* de la geología la opción profesional "formal" era, en el mejor de los casos, la de ingeniero mineralogista. Podría entonces decirse que la profesionalización de las ciencias fue muy tardía y que hasta 1910 careció de soporte en el sistema de educación superior.¹²¹

No obstante, desde que se crearon las instituciones científicas, la *práctica* abrió paso a la profesionalización extra-académica de sus integrantes. Y con el tiempo, éstos adquirieron los rasgos que enlista Morrel.¹²²

Pese a las *asimetrías* y las singularidades que distinguieron los acuerdos sociales y epistemológicos que operaron en México en la demarcación institucional de las especialidades, las coincidencias comenzaron a avizorarse en el último tercio del siglo XIX.

En efecto, la continua interacción de los científicos mexicanos con las redes foráneas indujo la adopción del *ethos* metropolitano, como condición *sine qua non* para la integración de los resultados de la

¹²⁰ Morrel, J. B., "Professionalisation", p. 981. (Las cursivas son mías.)

¹²¹ En esa fecha se reabrió la Universidad y se creó la Escuela Nacional de Altos Estudios en donde se organizaron los primeros cursos de posgrado y se les asoció con los institutos de investigación. (v. Azuela, *Tres sociedades científicas en el Porfiriato...*, p. 117.)

¹²² v. cursivas en la cita de Morrel.

investigación local en los *patrimonios "universales"* de las disciplinas científicas. El reto que esto representaba, exigió la profesionalización de la *práctica* científica, y por ende, la transformación del sistema de organización de las ciencias en México.

De ahí que en esta última etapa se intensificara el proceso de "socialización formal" de la práctica científica, mediante la creación y/o consolidación de los sistemas institucionales -sociedades científicas, organismos de investigación, planes de estudio e instalaciones educativas *ad hoc*-; el establecimiento y la proliferación de medios de intercambio y comunicación -congresos, publicaciones-; y la integración con las redes metropolitanas -canje de publicaciones, becas, congresos y proyectos internacionales.¹²³

Como puede verse, existen diferencias de fondo entre los procesos de institucionalización de las especialidades en las metrópolis y las periferias. Pues en las últimas operan elementos foráneos específicos, que aceleran o detienen los procesos, como la presión que ejercen las metrópolis para dirigir la investigación fuera de sus fronteras geográficas, en función de sus **intereses**; la relación de fuerzas entre los centros de acopio, que opera en la *validación* de los resultados; y el asimétrico significado que adquieren los intercambios entre los centros locales y metropolitanos.

Por todo lo anterior, es claro que para explicar el proceso de institucionalización de las ciencias de la Tierra no basta analizar la difusión, *domesticación* y desarrollo de los conceptos, descubrimientos y teorías que se generaron en Europa e indujeron la fragmentación disciplinaria.¹²⁴ Ni es suficiente el estudio de las actividades o las obras que

¹²³ Acerca de la proliferación de las sociedades científicas y de la intensificación de los intercambios con las metrópolis en el último tercio del siglo XIX, v. Azuela, *Tres sociedades científicas en el Porfiriato...* Sobre las becas y las estancias de estudios y/o capacitación en el extranjero, v. Borrego, *La France au point de vue de voyageurs mexicains au XIX^e siècle*. El tema de los laboratorios se tratará más adelante.

¹²⁴ *Domesticar* un resultado científico, dice Saldaña, "es hacerlo de casa". Pero no se trata de un proceso exento de violencia, sino de una radical transformación del resultado científico, que se produce mediante la interacción con el contexto socio-histórico. Así, el Newton novohispano -reducido a sus aplicaciones a

aportaron conocimientos al patrimonio de las geociencias; ni el análisis de las sucesivas asignaturas relacionadas con aquéllas, que se impartieron en las cátedras de educación superior; y tampoco el examen de la *práctica* ejercida por actores definidos en el marco de los roles socioprofesionales ligados con las nuevas disciplinas.

La única vía para explicar el proceso de segmentación y constitución de las especialidades es analizar "*el ciclo entero de acumulación*".

Este es el objetivo del estudio de caso de la geología que se detallará en los siguientes capítulos.

II

LA EDAD HEROICA DE LA GEOLOGÍA
EN MÉXICO (1795-1895)

1

**La práctica científica en el tránsito de la *orictognosia* a la *geología*:
Los mineros y los exploradores (1795-1833)**

Igual que en otras latitudes, la "geología" se institucionalizó en la Nueva España durante el período caracterizado por la historiografía europea como *la edad heroica de la geología* (1780-1840).¹²⁵ Pues como es bien sabido, fue en la Cátedra de Orictognosia¹²⁶ y Geognosia¹²⁷ (1795) del Real Seminario de Minería, donde se enseñó por primera vez la teoría geológica de Werner y se abrió paso a la preparación formal de los primeros cuadros técnicos y profesionales que estudiarían la conformación geológica de nuestro país.

Desde la perspectiva de la *práctica*, no obstante, estos estudios se remontan a los orígenes fundacionales de la Nueva España cuando se inició el reconocimiento territorial, con el objeto de ubicar y explotar nuevos filones de minerales preciosos.¹²⁸ La minería fue, en ese sentido, uno de los **intereses** que estimularon el acopio de *hechos* sobre la constitución geológica del territorio novohispano; el desarrollo de técnicas específicas para la prospección, explotación y beneficio de los metales; y la reflexión científica sobre las características de los yacimientos minerales y su entorno geográfico.

¹²⁵ En la *History of Geology and Paleontology* de Karl Zittel (1901), tal período abarca de 1790 a 1820.

¹²⁶ Término propuesto por Werner (1774) para referirse a la mineralogía determinativa, utilizada para la identificación de los minerales y de los fósiles. Incluye un sistema de clasificación de los últimos. Actualmente correspondería a la mineralogía y paleontología.

¹²⁷ Ciencia que trata y define lo relativo a la estructura y situación respectiva de las grandes porciones de la corteza, ya sean paquetes sedimentarios, ya masas hipogénicas, ya la relación mutua de unas en otras, ya la definición de rocas, minerales y fósiles. Actualmente correspondería a la geología descriptiva, abarcando petrología, estratigrafía y paleontología.

¹²⁸ Sobre el desarrollo de la minería en la Nueva España en todos sus aspectos, el texto más completo continúa siendo el de Bargalló, M., *La minería y la metalurgia en la América Española durante la época colonial...*

De la misma manera, los **intereses** que mantuvieron la capital de la Nueva España en la región que ocupara la Gran Tenochtitlan,¹²⁹ impulsaron los estudios de la Cuenca de México, en virtud de los riesgos que implicaba su ubicación en una zona lacustre naturalmente propensa a las inundaciones. El desagüe representó un reto científico-técnico de tal magnitud, que su solución indujo la formación de una comunidad de "letrados y científicos vinculados con el desagüe", que ha sido analizada por Rodríguez-Sala.¹³⁰ La *traducción* de sus actividades en obras científicas tuvo una importancia considerable, tanto en términos de su valor cognitivo, de su trascendencia social e incluso en relación con el volumen de trabajos sobre el desagüe, que según Trabulsi sólo es comparable al enorme acervo de la metalurgia.¹³¹

Por otra parte, la abundancia de volcanes, la colosal altura de sus cimas, la configuración de sus cordilleras, la alta sismicidad de gran parte del territorio y las peculiaridades de sus suelos y de sus aguas, fueron objeto de la curiosidad y la aplicación de los europeos. De manera que desde los primeros textos de los viajeros, aparecieron descripciones detalladas de las novedades americanas e intentos de explicar sus singularidades a partir de los esquemas occidentales.¹³² Y desde luego, a los textos de los primeros cronistas pronto se sumaron trabajos de índole más especializada o de orden práctico -mapas y planos; herbarios y textos de farmacología y terapéutica; tratados agricultura y agrimensura;

¹²⁹ El **interés** en este caso fue de orden político, ya que el poder colonial se montó sobre el espacio hegemónico del imperio azteca, con el objeto de preservar los vínculos que mantenían la sujeción de una región muy amplia, aunque bajo un nuevo orden político.

¹³⁰ Rodríguez-Sala, María Luisa, *Escenarios y personajes en la construcción de la actividad científica técnica novohispana: Los letrados y técnicos, siglos XVI y XVII*, caps. III y IV, (en prensa).

¹³¹ En relación con la obra del desagüe de Enrico Martínez, de Cserna dice que fue "el primer proyecto geotécnico o de geología aplicada a obras de ingeniería civil desarrollado en México". Y explica que Martínez "reconoció la naturaleza endorreica de la cuenca del Valle de México" (v. Trabulsi, *La ciencia en México*, vol. I, p. 69; y de Cserna, "La evolución de la geología en México...", p. 3).

¹³² La enumeración de las "aportaciones" coloniales al estudio del contexto geológico de México, puede v. en Aguilera, J. G., "Reseña del desarrollo de la geología en México", p. 35-53.

manuales de metalurgia e instructivos sobre la amalgamación-,¹³³ cuya originalidad residió nuevamente en el intento de articular las nuevas realidades con los fundamentos teóricos y conceptuales de aquellos esquemas.

Sin entrar a discutir los contenidos cognitivos de aquellas obras, un examen superficial sobre la naturaleza de las *prácticas* que les dieron sustento, permite advertir la presencia de *actores* de toda índole, así como su vinculación con **intereses** y objetivos diversos en la conformación del *patrimonio*.

De manera que para analizar el devenir de la *práctica* y determinar el emplazamiento del período y sus cortes, comenzaré por exponer algunas precisiones relativas a los enfoques historiográficos de la geología y los criterios interpretativos que discutí en la primera parte.¹³⁴

En lo que concierne a la periodización, tomaré como punto de partida el año de 1795, de acuerdo con la definición clásica; pero me distanciaré de ésta en el corte final, pues probaré que la *edad heroica de la geología mexicana* se extiende hasta 1895.¹³⁵ La división en etapas que se irá manifestando en los sucesivos capítulos, diferencia cada una en términos de acontecimientos cruciales para el devenir de la *práctica* -v.g. la aparición de la disciplina en planes de estudio o la transformación de la *práctica* después de la caída del II Imperio.

No obstante la elección de una periodización *ad hoc*, vale la pena dejar establecido el referente metropolitano, con fines explicativos. Aquí conviene incluir la periodización que discute Laudan en su historia de la

¹³³ Para una descripción general de las obras científicas coloniales, v. Trabulse, *La ciencia en México*, vol. I, p. 39-169.

¹³⁴ Cómo casi en todas las áreas, la historiografía de la geología se ha concentrado en el análisis de su devenir en las metrópolis -Gran Bretaña, Francia y los Estados Unidos. Por lo que sus enfoques analíticos y su periodización comportan coincidencias que son inaplicables al caso mexicano. Aunque, en este mismo sentido, *La física sagrada* de Capel, constituye un valioso referente. (Capel, *La física sagrada...*)

¹³⁵ La fecha marca la muerte del fundador del Instituto Geológico de México, Antonio del Castillo. Su significación se aclarará oportunamente.

geología, por la ventaja que proporciona la disposición de los cortes con criterios que remiten tanto a las controversias teóricas, como al devenir de la *práctica*.¹³⁶

La autora expone la división anglosajona de la *edad heroica de la geología*, en tres etapas que incluyen:

1790-1810: Los debates entre neptunistas y plutonistas (Woodward y Moro).¹³⁷

1807-1830: La conformación de las primeras sociedades geológicas dedicadas a la exploración territorial, así como al registro de datos y la construcción de cartas geológicas.¹³⁸

1830-1840: Los debates entre catastrofistas -(Werner, Cuvier), Sedwick y Buckland-¹³⁹ y uniformistas -(Hutton, Playfair,) Hall y Lyell-¹⁴⁰ que se resuelven con la *validación "universal"* de los últimos.¹⁴¹

Como puede verse, la caracterización de la *edad heroica de la geología* no se limita a registrar los adelantos teóricos de la nueva

¹³⁶ La discusión de Laudan no se refiere a los cortes propiamente, sino al acento que comportan respecto a la geología histórica, frente a la geología de corte empírico y experimental (v. Laudan, R., "The history of Geology, 1780-1840").

¹³⁷ En 1695 John Woodward (1665-1728), profesor de medicina en el Gresham College de Londres publicó el *Ensayo de una historia natural de la tierra*, en donde sostenía que la formación de los estratos rocosos se debía al Diluvio Universal. Con ello explicaba la posición de los restos fósiles en los estratos más profundos. En 1740 esta teoría fue refutada por el abad veneciano Anton Moro, quien explicaba la formación de los estratos rocosos como producto de sucesivas erupciones volcánicas. (Los nombres entre paréntesis no se ajustan al período.)

¹³⁸ La primera fecha corresponde a la fundación de la Geological Society of London, 1ª soc. científica de la especialidad.

¹³⁹ Abraham Werner (1749-1817) fue el fundador de una escuela puramente neptuniana, que se considera como una "versión secularizada y ampliada de la teoría del Diluvio de Woodward". Su geología estaba subordinada a sus intereses en la minería, y clasificaba las rocas según los minerales que presentaban. Cuvier, por su parte, extendió sus intereses zoológicos al estudio de los fósiles y se opuso tenazmente a las ideas evolucionistas que sostenían las teorías rivales. Los catedráticos de geología Adam Sedgwick (1785-1873) de Cambridge y William Buckland (1785-1856) de Oxford, fueron ardientes neptunistas y seguidores de Werner y Cuvier. Ampliaron sus conclusiones con datos de los estratos mineros. (Los nombres entre paréntesis no se ajustan al período.)

¹⁴⁰ James Hutton (1726-1797), científico aficionado de Edimburgo, escribió *La teoría de la tierra*, donde propuso que para explicar la formación pretérita de las rocas sólo deberían considerarse aquellas fuerzas geológicas que se observan en el presente. Sus teorías fueron desarrolladas por John Playfair (1748-1819) y James Hall (1762-1831), el primero profesor de Historia Natural y el segundo, científico *amateur*. Ambos de Edimburgo.

¹⁴¹ La definición del período y los cortes corresponden a Laudan. Pero a su caracterización de las etapas, agregué nombres y datos provenientes de diversos textos de historia general de las ciencias (v. Laudan, R., "The history of Geology, 1780-1840", p. 315-317).

disciplina, sino que alude a la constitución de una comunidad científica que los discute y destaca el papel de los exploradores que recogieron los datos (con frecuencia mineros, agrimensores, ingenieros y militares).

No obstante, cuando aborda la historia de la geología, la autora prefiere mantenerse dentro de los márgenes de una historia intelectual, para dar cuenta "del desarrollo cognitivo de la disciplina". Y sólo se refiere al papel de las instituciones en términos de su desempeño como promotoras de la ciencia o difusoras de las teorías científicas. El contexto social, ese sentido, se reduce al "*entorno que rodea*" la evolución de las ideas.¹⁴²

La perspectiva del historiador Keith Tinkler parece tener parentesco con Laudan, cuando incluye a los expedicionarios y "consultores" de las empresas mineras, agrícolas o de colonización que participaron en la exploración territorial. Pero se distancia de ella cuando enfatiza el papel de los "factores externos" que *intervinieron* en la emergencia de la geología. Y más aún cuando advierte que las radicales innovaciones de la geología en los albores del siglo XIX, "difícilmente habrían ocurrido al margen de transformaciones del contexto científico, económico y cultural..."¹⁴³

Como puede verse en las interpretaciones citadas, es difícil pasar por alto el hecho de que la historia de la geología materialmente "atraviesa las divisiones trazadas normalmente entre la historia económica, la historia de la ciencia, la historia de la tecnología, la política, la administración o el derecho".¹⁴⁴ Tal imbricación pone al descubierto la diversidad de actores e **intereses** que circulan entre las redes a lo largo del *ciclo de acumulación*.

De manera que para analizar el *ciclo* mexicano, procede tomar como punto de partida la develación de los **intereses** que intervinieron en la fundación de la cátedra de Orictognosia que abre el período.

¹⁴² Laudan, R., *From Mineralogy to Geology. The Foundations of a Science, 1650-1830*, p. 18-19.

¹⁴³ Tinkler, *A short history...*, p. 67-68.

¹⁴⁴ Latour, *Ciencia en acción...*, p. 211-212

Mi planteamiento no aporta ninguna novedad respecto a la sucesión de negociaciones que condujeron a la creación del Real Seminario de Minería (1792). Pues como señalé en la primera parte, otros estudiosos han analizado este proceso en términos de la relación entre la ciencia novohispana y la Corona Española.¹⁴⁵ En todo caso, reiteraré que las reformas que instrumentaron los borbones en el ámbito de la minería no sólo atendieron los **intereses** de la Corona, sino los de las empresas mineras localizadas en la Nueva España.

La coincidencia entre los **intereses** de la monarquía y los del influyente gremio minero, facilitó la tersa incorporación del Seminario de Minería en el marco del sistema institucional y la dócil respuesta de la comunidad científica local frente a las novedades teóricas que se incluyeron en los planes de estudio.¹⁴⁶ De hecho, los mineros consideraban valiosa la formación “profesional” en las aulas del Seminario y por ello acogieron con beneplácito a los docentes peninsulares, entre los que se contaba el primer catedrático de Orictognosia, Don Andrés Manuel del Río (1764-1849), quien empezó a enseñar en 1795.¹⁴⁷

Como es sabido, tanto del Río como el Director del Seminario, Fausto de Elhuyar (1755-1833), habían sido discípulos directos de Werner en la Escuela de Minas de Freiberg en Sajonia.¹⁴⁸ De manera que su presencia en la Nueva España no sólo representó la oportunidad de institucionalizar y difundir las novedades teóricas que se formulaban

¹⁴⁵ v. Aceves, P., "La difusión de la química..."; Ramos, P., *Difusión e institucionalización de la mecánica newtoniana...*; y Saldaña, "Acerca de la historia de la ciencia nacional".

¹⁴⁶ Aunque algunos criollos -como Alzate-, se opusieron tenazmente a la "imposición" de la nomenclatura química de Lavoisier y a la botánica de Linneo en las instituciones peninsulares, sólo la segunda originó conflictos de carácter gremial. Esto en virtud de haber afectado los **intereses** del Protomedicato. (v. Aceves, P., "La difusión de la química...")

¹⁴⁷ Sobre el desempeño pormenorizado de los catedráticos de Minería puede consultarse Izquierdo, J. *La primera casa de las ciencias...*; Bargalló, M., *La minería y la metalurgia en la América Española...*; Ramírez, S., *Datos para la historia del Colegio de Minería*; entre **muchos** otros.

¹⁴⁸ También en Freiberg se formaron otros "geólogos" ilustres, como el francés Deusededit Victor de Dolomieu (1750-1801), en cuyo honor se nombraron las *dolomitas*; el suizo Nicolas de Saussure (1767-1845), quien colaboró con los estudios alpinos de su padre Horace (1740-1799) y alcanzó la celebridad con sus estudios fitofisiológicos; y Alexander von Humboldt.

allende el Océano,¹⁴⁹ también fue el vehículo que tendería algunos hilos hacia las redes metropolitanas. Esto en virtud de que ambos publicaron numerosos trabajos en revistas de diversas capitales americanas y europeas: Elhúyar sobre todo en Madrid y México y del Río, además, en Londres, París, Edimburgo, Filadelfia y New Haven.¹⁵⁰

Como los dos científicos han sido objeto de numerosos estudios, baste consignar que aunque del Río se viera envuelto de aquel juicio de *atribución* que lo despojó del descubrimiento del "eritronio" (vanadio) y Elhúyar quedó como el único autor de aquél del wolframio,¹⁵¹ ambos efectuaron investigaciones que se *validaron* en las metrópolis, como consta en la bibliografía científica que conformaron.

Aquí cabe anotar que la distribución geográfica de esta última lleva implícita la ubicación de cada uno de los centros de acopio (entendidas como tales las propias revistas científicas) que acogieron sus *hechos*, independientemente de las colecciones y especímenes que donaron a los museos y academias locales y foráneos.

En cuanto a su desempeño en México, del Río tuvo una influencia de muy largo aliento a través de las generaciones que formó y de las investigaciones que llevó a cabo con sus discípulos y colegas. Pero sobre todo, por la publicación de un texto para el apoyo de su cátedra que ha sido caracterizado como "el primer libro de mineralogía [moderna] publicado en América".¹⁵² Me refiero a los *Elementos de Orictognosia* (1795-1805) que compuso con sus apuntes de clase -que se publicaron en la primera parte- y

¹⁴⁹ La química de Lavoisier se enseñó en el Real Seminario de Minería, antes que ésta se incluyera en los programas de estudio de buen número de universidades del Viejo Mundo. (v. Aceves, P., "Estudio preliminar", *Tratado elemental de Química...*)

¹⁵⁰ v. Aguilar y Santillán, *BG*, p. 70-71 y p. 202-205.

¹⁵¹ Por más que se trata de hechos ampliamente discutidos, cabe un comentario sobre las peculiaridades de los juicios de *atribución*: El descubrimiento del eritronio, reportado por del Río en 1802 en los *Anales de ciencias naturales de Madrid*, fue examinado a petición de Humboldt por el francés Collet-Descotils, quien lo desestimó. (Asimetría entre los centros de acopio en los juicios de *atribución*.) El wolframio, por su parte, fue descubierto por los hermanos Fausto y Juan José de Elhúyar en 1783. Pero con los años el primero se quedó con el crédito. (Preminencia de la posición política en los juicios de *atribución*.)

¹⁵² Rubinóvich, R., "Andres Manuel del Río...", p. 70. (Agregué la palabra "moderna" por precisión histórica.)

con la "Pasigrafía" de Humboldt, a la que me referiré más adelante. Baste señalar entretanto, que su asignación como texto "oficial" para la formación de los mineros "profesionales" representó la *validación* local de la tesis werneriana y su adopción como teoría canónica durante décadas.

Con este andamiaje teórico, los profesores y egresados del Seminario de Minería realizaron las primeras investigaciones geológicas del territorio novohispano de acuerdo con los cánones europeos contemporáneos y reinterpretaron los estudios efectuados con anterioridad -en particular la identificación y clasificación de los minerales y fósiles. Porque como es de suponer, tratándose de un país eminentemente minero, para el siglo XVIII la Nueva España contaba con un voluminoso *patrimonio* formado con datos, especímenes, colecciones, registros, informes, tratados, planos y cartas, que habían integrado los científicos, empresarios y exploradores pre-wernerianos.

La suerte de estos estudios fue variopinta, pues aunque algunos se concentraron en el Seminario y el Tribunal de Minería -que empezaron a operar como centros de acopio-,¹⁵³ y otros se publicaron -como libros o artículos en la prensa ilustrada o en revistas del extranjero-,¹⁵⁴ muchos tuvieron el mismo destino que otras investigaciones: los archivos peninsulares. En este último caso, las investigaciones durmieron el sueño de los justos, pues como es sabido, los centros de acopio peninsulares manifestaron poca disposición a divulgar o intercambiar gran parte de los resultados de las numerosas expediciones, censos, cuestionarios e investigaciones que promovieron durante la Ilustración. Mientras que los monarcas mantenían un férreo control sobre la concesión de salvoconductos para la exploración de sus territorios.

¹⁵³ El Tribunal de Minería tenía la atribución de ordenar exploraciones para ubicar nuevas vetas y estudios de diverso orden sobre las minas activas. Los informes correspondientes se guardaron en sus archivos.

¹⁵⁴ Las referencias a las revistas extranjeras se indicarán en cada caso. Para los trabajos de geología y mineralogía en la prensa ilustrada, v. Saladino, A., *Ciencia y prensa durante la Ilustración latinoamericana*.

Aunque hubo algunas salvedades, como las que procedieron en la autorización de la travesía americana de Humboldt (1799-1804) y en las extraordinarias facilidades que se le concedieron durante su larga estancia en la capital de la Nueva España (1803-1804).

La expedición del prusiano fue un acierto de la Corona Española, pues como han señalado sus estudiosos, las obras que de ella derivaron tuvieron una enorme influencia sobre el pensamiento y la *práctica* científicos en ambos continentes. Para las ciencias de la Tierra en nuestro país concretamente, Humboldt sirvió de puente para que los estudios geológicos y meteorológicos transitaran hacia la nueva centuria.

Aquí habría que anotar, que aquel tránsito no ocurrió únicamente por el impulso que dieron los contenidos cognitivos de las obras de Humboldt al desarrollo de la geografía, la geología, la mineralogía y la meteorología de nuestro país. Aquéllos alcanzaron su peso específico mediante los intercambios locales y ultramarinos que suscitaron.

En efecto, la visión de Humboldt sobre la Nueva España despertó los **intereses** de científicos, exploradores e inversionistas europeos, que viajaron a México en el siglo XIX y realizaron estudios de éstas y otras disciplinas. Simultáneamente, la actitud de sus centros de acopio dio un giro favorable para algunos científicos mexicanos cuyos ensayos y colecciones fueron recibidos con beneplácito en ultramar. En ese sentido, la presencia de los viajeros en nuestro país fue decisiva, ya que enriqueció la *práctica* científica local y estimuló los intercambios hacia las redes metropolitanas.

En México, por otra parte, la difusión del *Ensayo* provocó la movilización de científicos y gobernantes, quienes lo *tradujeron* en función de sus respectivos **intereses** para alcanzar diferentes propósitos:

Para los primeros el *Ensayo* constituyó el punto de partida de un programa de investigación de largo aliento, que desplegarían a lo largo de

la centuria. Para los segundos la obra operó como un *artefacto* que proporcionó argumentos de autoridad para legitimar la acción política. Esto se hizo patente cuando se le declaró "la fuente estadística e informativa más confiable para reorganizar el país" y se le otorgó el reconocimiento oficial (1824).¹⁵⁵

De acuerdo con lo anterior, parte de la trascendencia de la expedición y de los contenidos de las obras se tendría que explicar en términos de los **intereses** que asomaron desde el momento en que aquélla se organizó, e igualmente se tendría que aludir al remate del *ciclo de acumulación* que consumó el prusiano.

En primer término habría que dejar establecido que Humboldt consiguió el salvoconducto que le permitió emprender la travesía, mediante una astuta negociación con la Corona Española, en la que supo *traducir* sus **intereses** científicos al lenguaje del poder político:

Se presentó con las credenciales de un miembro de la nobleza prusiana (justo en el momento en que Napoleón I amenazaba los **intereses** de las monarquías europeas);¹⁵⁶ articuló los objetivos de su viaje con los de las expediciones científicas ("de carácter político") que promoviera la Corona y puso los resultados de sus investigaciones al servicio de "la ciencia", con el valor agregado de proporcionar los datos "útiles" que se le solicitaran (para enriquecer los centros de acopio peninsulares).

Para entender la disposición del monarca hacia Humboldt, cabe aludir a las ventajas que confiere la utilización política de la ciencia -de las que ambos parecieron estar perfectamente al tanto durante la negociación. De acuerdo con Iranzo:

¹⁵⁵ Sobre esta cuestión v. Azuela, "La valoración de Humboldt en los homenajes mexicanos...".

¹⁵⁶ Recuérdese que después de vencer al ejército austriaco en Arcola y Rivoli, Napoleón obligó a los austriacos a firmar un tratado de paz (1797) con el que perdieron territorio. Sus incursiones contra los intereses británicos -que se remontaban a 1793- se agudizarían con la expedición de Egipto (1798), que pretendía cortar el comercio británico con la India. Para 1808 Napoleón habría consolidado la hegemonía que alcanzó por las armas (incluyendo aquí la coronación de José Bonaparte en España), mediante su enlace con la austriaca Ma. Luisa de Habsburgo.

La autoridad de la ciencia deriva en parte de su capacidad para parecer desvinculada de **intereses** políticos antagónicos y para mostrar una imagen desinteresada...

Desde un punto de vista convencional, la relación del conocimiento con el poder consiste en que, a igualdad de recursos y oportunidades, y en una situación comunicativa ideal, el conocimiento optimiza las posibilidades de éxito del uso de la fuerza -hasta hacerlo prescindible a menudo.¹⁵⁷

Esto resume con brevedad y precisión los **intereses** políticos que impulsaron la difusión de la ciencia moderna en la América Española y los que acomodaron la petición del prusiano dentro de sus objetivos. Pero no fueron los únicos **intereses** que se manifestaron durante la expedición.

Con el salvoconducto en la mano, Alejandro de Humboldt llegó al puerto de Acapulco el 23 de marzo de 1803 y después de un breve trayecto exploratorio, se estableció en la Ciudad de México en donde entró en contacto con la élite gobernante primero y con la comunidad científica después.

De acuerdo con Moncada, "El virrey Iturrigaray lo recibió y le abrió las puertas de oficinas y archivos, cerradas no sólo a otros extranjeros sino aún a los científicos novohispanos y peninsulares, y le facilitó un pasaporte que le permitió viajar por el reino sin ningún inconveniente".¹⁵⁸

Sus viejos compañeros de estudios de Frieberg, Andrés Manuel del Río y Fausto de Elhúyar, también le proporcionaron datos, informes, colecciones y cartografía; pusieron a su disposición las instalaciones del Seminario de Minería para que realizara sus estudios y se ofrecieron a colaborar en su ejecución.

Por otra parte, la interacción de Humboldt con la comunidad científica local le dio acceso a los trabajos de los criollos ilustrados -Alzate,

¹⁵⁷ Iranzo, "Visiones del poder desde la sociología del conocimiento científico", p. 284. (Las negritas son mías.)

¹⁵⁸ Moncada, "Humboldt y el desarrollo de la cartografía mexicana", p. 34.

León y Gama, Velázquez de León y otros- que se sumaron a los documentos del Virrey y a los estudios que obtuvo en Minería.

Nuevamente, la aquiescencia de Iturrigaray y los seminaristas de Minería se pueden interpretar en términos de los **intereses**:

En el caso del primero, éstos fueron explícitos y se consignaron en el título del estudio que realizó Humboldt a petición del Virrey: "Tablas geográfico *políticas* del Reino de la Nueva España (en el año de 1803) que manifiestan su superficie, población, agricultura, fábricas, comercio, minas, rentas y fuerza militar..." Después de tan claro epígrafe, casi resulta ocioso agregar que Iturrigaray confiaba en utilizar "Las tablas..." para la optimización de la explotación minera, la racionalización del gobierno y la centralización del poder, por apuntar los objetivos más obvios.¹⁵⁹

Los **intereses** de Elhúyar, en cambio, no fueron explícitos. Pero se puede inferir que coincidían a ratos con los **intereses** científicos de Humboldt, y a ratos *traducían* los **intereses** de los mineros y los de la Corona.

Como resultado de la *traducción* y coincidencia de los **intereses** de las diferentes redes, Humboldt logró acumular un acervo considerable de información con el que integró su *Ensayo Político sobre el reino de la Nueva España* (1807-1811) y su *Viaje a las Regiones Equinocciales del Nuevo Continente* (1807-1834).

En lo que toca a los contenidos que se relacionan con las ciencias de la Tierra, el viaje americano le proporcionó datos sobre las componentes del campo magnético terrestre, que posteriormente elaboraría; descubrió la corriente marina en la costa occidental de Sudamérica; fue pionero en los estudios que relacionan las regiones geográficas con la flora y fauna locales

¹⁵⁹ Como es sabido, las "Tablas..." posteriormente se integrarían al *Ensayo Político sobre el reino de la Nueva España* (1807-1811).

e hizo importantes contribuciones al desarrollo de la geología a partir de sus estudios sobre los temblores de tierra y los volcanes americanos.¹⁶⁰

Respecto al último punto, habría que recordar que durante su estancia en México Humboldt atestiguó la actividad del Jorullo. Experiencia, de la que derivó conclusiones sobre el papel desempeñado por las fuerzas eruptivas en la historia y desarrollo de la corteza terrestre, que se consideraron decisivas para descartar definitivamente la hipótesis de los neptunistas. Algunas de ellas aparecieron en su "Pasigrafía o Ensayo Geognóstico sobre el yacimiento de las rocas en los dos hemisferios",¹⁶¹ que incluyó Andrés Manuel del Río en sus *Elementos de Orictognosia*, colocando a Humboldt entre los autores más influyentes en la enseñanza de la geología de las siguientes décadas.

En lo que toca a la mineralogía, Humboldt dedicó todo un tomo de su *Ensayo Político* al estudio de los reales mineros mexicanos, tanto en lo que concierne a su descripción física, como en cuanto a los métodos de prospección, explotación y beneficio. Y también abordó los temas de la organización del trabajo, la tecnología y los rendimientos de cada una de las minas.¹⁶²

Finalmente habría que añadir unas consideraciones sobre el destino de los datos, registros y colecciones que reunió el prusiano durante su expedición por tierras americanas:

Como es sabido, Humboldt había enviado reportes y duplicados de sus colecciones a su hermano Wilhelm -funcionario imperial y filólogo- y a algunos científicos franceses. De modo que con excepción de los que se

¹⁶⁰ Los últimos aparecieron publicados en sus "Volcanes y cordilleras de Quito y México".

¹⁶¹ El término "pasigrafía" fue concebido por Humboldt para denotar la descripción, por medio de planos, de la disposición estratigráfica de las rocas. Los contenidos de esta obra, podrían ubicarla dentro de la estratigrafía y la geología histórica actuales. Para Rubínóvich, la *Pasigrafía* de Humboldt contribuyó a la popularización de las proyecciones verticales y reveló a su autor como uno de los sustentadores de la tesis de la uniformidad de los procesos geológicos. (Humboldt, en del Río, *Elementos de Orictognosia*, p. 164 y Rubínóvich, "Andrés Manuel del Río y sus *Elementos de Orictognosia...*", p. 64)

¹⁶² v. *Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España*, vol. III.

perdieron en los buques que enfrentaron el bloqueo naval británico, sus acervos enriquecieron los centros de acopio ubicados en Berlín y París. Y desde luego, no hay que pasar por alto los que fueron a dar a Washington, gracias al reputado celo "científico" de Jefferson, quien hizo transcribir y copiar los datos y las cartas que le mostrara el prusiano a su paso por Norteamérica.

La "hospitalidad" que brindaron aquellos centros a los materiales del Barón trae de vuelta el asunto de los **intereses**, ya que tratándose de Prusia, Francia y los Estados Unidos, es difícil caracterizarlos como meramente "científicos". Pues basta insinuar lo que hicieron los norteamericanos y los franceses con los *hechos* que Humboldt les proporcionó, para refrendar que cuando de imperios se trata, los **intereses** científicos siempre parecen estar asociados (o subordinados, si se quiere) a sus **intereses** expansionistas.

En relación con lo anterior y para reiterar la presencia de toda índole de redes e **intereses** en los *ciclos de acumulación*, cabe añadir un comentario sobre los *riesgos* que enfrentaron las investigaciones de Humboldt en sus travesías hacia los centros de acopio: Uno de estos *riesgos* lo truncó parcialmente y afectó a los centros de acopio europeos (los envíos que se perdieron en el fondo del mar); y el otro, comprometió la integridad territorial de México, con evidentes perjuicios para el devenir de la ciencia mexicana (los resultados que obsequió a los norteamericanos). Obviamente aquellos *riesgos* dejaron al descubierto los agujones que escudaban los **intereses** británicos y norteamericanos, respectivamente.

En cuanto a los acervos que llegaron a los centros de acopio de Berlín y París, no sobra reiterar que cumplieron con el expediente usual de ordenarse por especialidades para que luego se les clasificara y se efectuaran estudios específicos.

Una vez realizadas las actividades que *trajeron* el equipaje de Humboldt en *hechos* científicos, éstos se integraron a los *patrimonios*

respectivos de cada disciplina. Y con ello, los productos de la *práctica* científica de las antiguas colonias españolas ocuparon un anónimo sitio en los centros metropolitanos.¹⁶³

Anónimo, en cuanto a las colecciones que no recogió personalmente y a las cartas y estudios locales en que se apoyó. Pero sobre todo, respecto al ulterior juicio de *atribución* de los *hechos* que incluye su obra. Porque aunque hizo explícitas las aportaciones de algunos novohispanos, éstas se diluyeron rápidamente en la *atribución* exclusiva al prusiano.

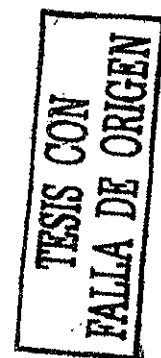
Al margen de aquellas peripecias, el impacto de Humboldt sobre el devenir de la ciencia y la política mexicanas, al que aludí, comenzó a sentirse en la alborada de la nueva nación.

En este punto, habría que recordar que cuando se publicó el último tomo del *Ensayo Político* (1811) ya había estallado la Revolución de Independencia y cuando apareció su traducción al español (1822) las condiciones del país habían cambiado radicalmente.¹⁶⁴ De manera que su difusión en los círculos científicos y empresariales europeos y el ulterior interés que manifestaron para viajar a México con diferentes propósitos, fue visto con beneplácito por el gobierno independiente -en radical contraste con la actitud que habría expresado la Corona.

El consentimiento de los gobernantes mexicanos abrigaba substanciales **intereses**, pues tenían que superar el lamentable estado del erario con que se había iniciado la vida independiente y no estaban en condiciones de desairar las oportunidades que había desplegado el fin del monopolio español sobre la disposición de los recursos del país (particularmente los minerales).

¹⁶³ Como es sabido, a su regreso a Europa, Humboldt radicó en París (1804-1827), donde contó con la colaboración de especialistas entre los científicos más destacados de la época, así como con grabadores para sus mapas e ilustraciones y editores para sus obras.

¹⁶⁴ La primera traducción al español, de Pedro María Olivé, apareció en Madrid en 1818 (2 vols.) Pero la más difundida y reeditada fue la de Vicente González Arnao, que vio la luz en París en 1822 (4 vols.).



La apertura de las fronteras para la inversión extranjera que se siguió, provocó el tumultuoso desembarco de viajeros europeos relacionados con compañías mineras y comerciales que pretendían establecerse en nuestro país.¹⁶⁵

Pero no se trató de un movimiento espontáneo, inspirado por la riqueza -material y natural- que describiera Humboldt, pues el gobierno y los empresarios mexicanos promovieron el establecimiento de compañías mineras con capitales exclusivamente foráneos o mixtos, así como la inmigración de colonos que apoyarían la explotación, el beneficio y la comercialización de sus productos.

Desde luego, casi no hubo necesidad de *traducir* los **intereses** de México a los empresarios europeos, pues se acoplaban perfectamente con los **intereses** del pujante expansionismo de las metrópolis en aquellos años. En todo caso, el mayor promotor de los **intereses** mexicanos fue Lucas Alamán, porque como minero de antigua cepa, hablaba el mismo idioma que los empresarios y resultaba el *portavoz* más idóneo.

Alamán, por otra parte, jamás ocultó los **intereses** que le animaban como empresario, de manera que además de fomentar la inversión extranjera en su calidad ministerial, se asoció con los británicos para formar la compañía inglesa *United Mexican Mining Association* -a la que se le atribuía el mayor capital en el ramo en 1827.¹⁶⁶ En la empresa también tenían **intereses** Richard Heathfield (Secretario de la Junta Directiva), William Glennie,¹⁶⁷ A. D. Lewis Agassiz y Domingo Lazo de la Vega,¹⁶⁸

¹⁶⁵ v. González Navarro, M., *Los extranjeros en México y los mexicanos en el extranjero*, vol. I.

¹⁶⁶ El capital de esta empresa registrado por Ward es de 1,200,000 libras esterlinas; le sigue la Anglo Mexican Company con 1,000,000; y el resto, de 400,000 para abajo (v. Ward, H., *México en 1827*, p. 349- 353).

¹⁶⁷ En las mismas fechas aparece un Frederick Glennie que probablemente perteneció a la empresa, ya que publicó el artículo "La minería el distrito de Guanajuato". Comprobé su ubicación temporal con la fecha de su ascenso al Popocatepetl (1827), que derivó en la publicación de dos artículos -uno de ellos en coautoría con William Glennie.

¹⁶⁸ Domingo Lazo de la Vega fue Fiscal del Tribunal de Minería (1808-1824) y Diputado por el mismo en 1821. Desde estas posiciones defendió la permanencia del Colegio ante el nuevo gobierno. En 1823 se incorporó al Colegio de Minería como Ayudante y poco después fue comisionado para reconocer el

quienes obtenían abundantes ganancias de las minas localizadas en Guanajuato, Guadalajara, Zacatecas, Chihuahua, Oaxaca y el Estado de México.¹⁶⁹

Lucas Alamán promovía sus **intereses** (empresariales y nacionalistas, si se quiere) en uno y otro lados del Atlántico:

El 16 de agosto de 1823 escribió a Canning, Primer Ministro de la Gran Bretaña, que "México no podía encontrar en ningún país las ventajas que le proporcionaba el comercio y la amistad ingleses".¹⁷⁰

Dos años después informó al Congreso Mexicano el establecimiento de tres compañías británicas y una alemana, cuyas altas inversiones consolidarían la independencia del país mediante su asociación con los intereses comerciales de aquellas naciones.¹⁷¹ Y en 1831 presentó la iniciativa de elaborar "un *Atlas geográfico y minero de México*, para lo cual se aprovecharían los mapas a gran escala elaborados por las propias empresas mineras."¹⁷²

Podría apuntarse aquí que estas últimas iniciativas *traducían* los **intereses** empresariales en **intereses** científicos y políticos, de los cuales no estaba exento el Ministro de Relaciones, como es sabido. Además, los documentos permiten vislumbrar la interacción entre la comunidad científica local y los exploradores y técnicos extranjeros que migraron con las empresas mineras que apoyaron la conformación del *patrimonio* de la geología de México.

En efecto, la explotación minera en la variada y poco conocida topografía mexicana, exigía la atención de técnicos y científicos para que

criadero de fierro de Atlixco. Renunció a sus plazas en el Tribunal y el Colegio en 1824, presumiblemente para incorporarse a la empresa minera. (v. Ramírez, *Datos para la historia...*, p. 206-259)

¹⁶⁹ Datos tomados de las sinopsis de los reportes de la Junta Directiva de la empresa, que elaboró Aguilar y Santillán; y completados con datos de Ward. (v. Heathfield, R., "Reports of the Court of Directors...", en Aguilar y Santillán, *BG*, p. 107-108; y Ward, H., *México en 1827*, p. 349)

¹⁷⁰ Alamán, *Obras*, vol. IX, p. 577.

¹⁷¹ El informe refiere también la instalación de otras empresas menores en Guanajuato. (v. Alamán, *Memorias de Relaciones*, 1825, p. 39)

¹⁷² cit. en Sánchez Salazar y Mendoza Vargas, "Humboldt y la minería...", p. 76.

exploraran el territorio y efectuaran los estudios geológicos, mineralógicos y financieros básicos. Como resultado, los propios empresarios sufragaron la incorporación de una clase de hombres que ahora se calificarían como "consultores", para que efectuaran aquellas actividades, a las que pronto se sumaron investigaciones más precisas sobre los yacimientos y su entorno natural y social.

Estas actividades eran absolutamente indispensables, pues como es sabido, las noticias sobre México eran escasas -aunque no desdeñables- y los viajeros apenas contaban con el imprescindible *Ensayo Político* de Humboldt, al que se fueron sumando obras desiguales como el *Viaje por la República de México en 1826* de George F. Lyon o el multicitado *México en 1827* de Henry G. Ward, entre otros.¹⁷³

Una vez en México, los mineros encontraron la oportunidad para enriquecer aquel acervo. Pues las peculiaridades naturales y sociales que enfrentaron durante el desarrollo de sus actividades, les prodigaron materiales para escribir artículos y libros sobre sus experiencias. Su publicación, enriquecida con descripciones geográficas, naturalistas, etnográficas y de orden más estrechamente vinculado con su oficio, fue conformando un *patrimonio* de *hechos* científicos sobre la naturaleza y la constitución geológica de México.

En el caso de la empresa británica, basta un somero vistazo a las sinopsis de los "Reportes de la Junta Directiva" para apreciar la naturaleza de los estudios que efectuaban los mineros. Pues además de los informes financieros, los "Reportes" incluyen planos geográficos de los distritos

¹⁷³ No incluyo aquí la bibliografía española, que tendían a ignorar los ingleses y los alemanes. En cambio tomo como referente a Von Metz, quien estableció un cálculo de la bibliografía más difundida en Alemania. De acuerdo con éste, entre 1821 y 1835 el acervo bibliográfico convencional de los viajeros habría constado de una veintena de obras sobre México, escritas por europeos de distintas nacionalidades. (Von Metz, *México en el siglo XIX visto por los alemanes*, p. 66-80)

mineros; cortes geológicos y planos de las propias minas, que realizaron D. Lazo de la Vega y W. Glennie.¹⁷⁴

La interacción de los mineros ingleses con la comunidad científica local y la *validación* de sus investigaciones, por su parte, se advierten en los estudios que publicaron ambos autores en otros medios: Lazo de la Vega en el *Museo Mexicano* y William Glennie en el *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*.¹⁷⁵ Mientras que Frederick Glennie, se prodigó *El Minero Mexicano*, los *Anales de la Sociedad Humboldt*, la *Sociedad de Ingenieros de Guanajuato*, además del *Boletín de la SMGE* y varias revistas británicas.¹⁷⁶ Alamán por su parte firmó varios "Reportes", en uno de los cuales incluyó una "explicación de los términos [mineros] en español", que debió ser muy apreciada por sus consocios.¹⁷⁷

En lo que toca al impacto de las gestiones de Alamán sobre la economía de México, se puede convenir que fueron muy fructíferas para la revitalización de su agonizante minería. Sobre todo por el lugar que ocuparon los británicos entre los inversionistas y por el peso que tuvieron sus empresas sobre la economía del país.

Al respecto, Sánchez y Mendoza precisan que "el capital inglés fue el más interesado en realizar inversiones en la minería durante el período 1824-1850, a través de siete grandes empresas, seguido por dos empresas estadounidenses y otra alemana."¹⁷⁸ Las cifras son elocuentes, en 1827 Ward calculaba el total de las inversiones inglesas en 12 millones de libras,

¹⁷⁴ v. Heathfield, R., 1825-1827. "Report of the Court of Directors addressed to the Share-Holders", en Aguilar y Santillán, R., *BG*, p. 107-108. (La sinopsis corresponde a Aguilar.)

¹⁷⁵ v. Lazo de la Vega, D., "Exposición del reconocimiento practicado en el Mineral que llaman el Chapin..."; y Glennie, William y Frederick, "Extracto del diario que escribieron..., en su ascensión al volcán Popocatepetl, abril, 1827" [v. Aguilar y Santillán, *BG*, p. 93-94 y 133. (En esta obra los nombres de los Glennie aparecen castellanizados.)]

¹⁷⁶ Desde luego, ninguna de las publicaciones mexicanas es contemporánea a las fechas que considero en este punto. Pero las inglesas sí lo fueron.

¹⁷⁷ Aguilar destaca además, las "diversas noticias y documentos relativos a la Minería..." que incluyó Alamán en su *Historia de México...*, (Aguilar y Santillán, *BG*, p. 6)

¹⁷⁸ v. Sánchez Salazar, T y H. Mendoza, "Humboldt y la minería de la Nueva España...", p. 76.

cantidad que varió con los años aunque nunca dejó de ser esencial para la economía mexicana -incluso después del fracaso de algunas empresas.¹⁷⁹

Entre las compañías británicas hubo una pequeña que destacó, ya no por el monto de sus inversiones, sino por el extraordinario acierto de haber contratado como director técnico al discípulo y continuador de Humboldt, Joseph Burkart. Me refiero a la compañía inglesa de Tlalpujahua, que dirigió el prusiano entre 1824 y 1827, para luego trasladarse a la de Bolaños - una de las pocas empresas británicas que sobrevivieron la crisis económica de 1825-1826.¹⁸⁰ Su desempeño ahí parece haber sido sobresaliente, pues bajo su dirección (1828-1834) la compañía tuvo un aumento significativo en la productividad.¹⁸¹

Al margen de sus dotes como administrador, el talento de Burkart tuvo otras expresiones que lo distinguieron como el científico más sobresaliente entre los viajeros ligados con la explotación minera, como señalé en la caracterización de su obra en la primera parte.

Pero antes de "seguir sus pasos a lo largo del *ciclo de acumulación*" y profundizar en el tenor de su *práctica*, conviene ligarlo con aquellos coterráneos suyos que desembarcaron en México por cuenta de la empresa prusiana que se ha mencionado. Porque obviamente las afinidades que compartieron con Burkart propiciaron su acercamiento, que en algunos casos se expresó como amistad y en los que me interesan, en la colaboración científica y el establecimiento de intercambios locales y foráneos. Con ello, los mineros tejieron nuevos hilos entre las redes que han venido aflorando.

¹⁷⁹ Sobre las dificultades de los mineros y comerciantes extranjeros en estos años, v. González Navarro, *Los extranjeros en México...*, vol I, p. 59-68; 218-288, *pas passim*.

¹⁸⁰ Según Ward, la Tlalpujahua Co. operaba con un capital de 400,000 libras. Tenía 7 minas en El Oro y 86 sobre en el distrito de Tlalpujahua. La compañía minera de Bolaños tenía 200,000 libras de capital; poseía 6 minas en Jalisco y explotaba las de Veta Grande en Zacatecas (Ward, H. *México en 1827*, p. 349-350).

¹⁸¹ Según von Metz, en el período 1828-1834 Burkart logró que Bolaños "obtuviera utilidades de casi seis millones de escudos" (Von Mentz, *México en el siglo XIX...*, p. 76).

Para ubicar los nodos de aquellas redes habría que comenzar por la conformación de la empresa de los compatriotas de Burkart:

En primer lugar conviene aclarar que respecto a la promoción de las inversiones prusianas, el mérito no correspondió a Alamán, sino a la influencia directa de Humboldt -que fue explícita-,¹⁸² a la que podría haberse sumado la de los mineros que radicaron en México durante la Colonia como Sonnenschmidt -a quien cita Burkart-¹⁸³ y probablemente Lindner.¹⁸⁴

Pero igual que en el caso de los intereses británicos, poco efecto habrían surtido los esfuerzos personales, de no haberse articulado con los movimientos de expansión comercial y crecimiento industrial que enderezaban las ambiciones de los empresarios europeos hacia un país rico en materias primas y desprovisto de productos industriales.

De ahí que apenas consumada la Independencia, los comerciantes alemanes cargaran sus barcos con mercancías y enfilaran hacia México. Y que al mismo tiempo se organizara la Compañía Alemana-Americana de Minas (CAAM), que operaría en México desde 1824 como filial de la Compañía Renana de Indias Occidentales -creada en Eberfeld en 1821-, que tenía agencias en Haití, Buenos Aires y México.¹⁸⁵

La empresa prusiana tuvo un impacto diferente, ya que no cristalizó en un efecto decisivo sobre la economía mexicana -aunque no fue en modo alguno desdeñable.¹⁸⁶ Su trascendencia radicó en el talento de los

¹⁸² Como se verá, Humboldt intervino directamente a favor de los intereses de las empresas prusianas.

¹⁸³ El minero alemán Friedrich Sonnenschmidt vino a la Nueva España con otros expertos en metalurgia, para colaborar en el perfeccionamiento de la explotación y el laboreo de minas. Después de fracasar en su intento por implantar el método de beneficio de Born, se declaró a favor del método de patio. Partió a Alemania en 1800, después de 12 años de trabajo.

¹⁸⁴ El mineralogista alemán Luis Fernando Lindner (m. 1805) llegó a la Ciudad de México en 1788 y se incorporó al Seminario de Minería como profesor de química. A él se debe la instalación del primer laboratorio de química de Hispanoamérica en la sede de Minería.

¹⁸⁵ En México estas compañías se conocieron como *Compañía Alemana de Minas* y *Compañía Alemana de Indias*, respectivamente. De las tres filiales de la última, apunta Von Metz, en la práctica sólo trabajó la mexicana (Von Metz, *México en el siglo XIX visto por los alemanes*, p. 59-61).

¹⁸⁶ Ward calculó la inversión de la CAAM -registrada como "German Company of Eberfeld"- en 127,552 libras esterlinas (Ward, *México en 1827*, p. 353).

exploradores y estudiosos que trajo consigo, quienes descollaron con Burkart por su influencia en el desarrollo de las ciencias de la Tierra en esta etapa. Me refiero a Friedrich von Gerolt, Charles von Berghes y Carl Christian Sartorius.¹⁸⁷

Esta apreciación no es personal, pues así aparecen valorados en la historiografía publicada -desde Crespo, Aguilera y Ordóñez hasta de Cserna- además de haber sido objeto de citas, referencias, correcciones y controversias por parte de otros "geólogos" mexicanos.

Con este comentario bastaría para concluir que los trabajos de los mineros alemanes se sujetaron a un proceso local de *validación*, que los condujo al *patrimonio* de la geología mexicana -que fue independiente al que efectuaron las metrópolis. No obstante, faltaría precisar algunos detalles sobre sus **intereses** y su *práctica*, y referir el destino de sus *hechos* en el remate del *ciclo de acumulación*.

En relación con sus **intereses**, habría que completar la explicación relativa a las empresas, con alguna consideración sobre los posibles **intereses** personales -y colectivos- que trajeron a los mineros a México:

Habría que recordar primero, que al abrir el siglo XIX la creciente industrialización, la presión demográfica y la escasez de tierras en algunos países europeos, estimulaba la emigración hacia los promisorios países americanos. En el caso de los alemanes, estos factores tuvieron una componente política, pues al abrir la década de los veinte, acababan de desembarazarse de Napoleón, cuya intervención había impuesto un orden político que había elevado la representatividad de los pequeños reinos en detrimento de las hegemonías prusiana y austriaca. De manera que la vuelta al viejo orden había despertado entre los jóvenes una aspiración

¹⁸⁷ Todos trabajaron en la CAAM y publicaron numerosos estudios tanto en México como en el exterior. Los tres parecen haber llegado en 1824; Berghes debió permanecer en el país hasta mediar la década de los treinta, según se puede colegir de sus publicaciones; Gerolt hizo un segundo viaje, al que me referiré más adelante. Sartorius, por su parte, dejó pronto la minería y se dedicó a la agricultura hasta su muerte en 1872. Entre sus actividades científicas destaca el registro de series meteorológicas diarias.

democrática y reivindicativa de oportunidades para el ascenso social, que no sólo contravenía el orden político, sino que proclamaba su incapacidad para solucionar el empobrecimiento generado por la creciente escasez de tierras que acicateaba la presión demográfica.

Alrededor de 1820 los movimientos radicales de los llamados "demagogos" democráticos alemanes, se reprimieron con violencia y muchos jóvenes fueron a dar a la cárcel o el exilio. Como es sabido, la mayoría tuvo como destino los Estados Unidos, aunque algunos emigraron a Argentina, Brasil y los menos, a México.

Desde luego, no todos los expatriados lo fueron por motivos políticos, sino principalmente por la escasez de oportunidades laborales en sus respectivas naciones. Pero algunos de los que salieron perseguidos, dice von Metz, "buscaron crear juntos en la emigración un estado alemán ideal en el suelo del Nuevo Mundo". Uno de ellos fue Carl Christian Sartorius.¹⁸⁸

La CAAM, en todo caso, parecía un negocio tan lucrativo que la propia "familia real prusiana compró acciones" y sus directivos, Wilhelm Stein y Friedrich von Gerolt, se eligieron entre los secretarios del Ministerio de Minería de Prusia. Stein fue nombrado "agente director de la compañía minera en México para que adquiriera minas y las explotara con la ayuda de otros alemanes" y von Gerolt aparece en el consejo directivo.¹⁸⁹

La gestión de Stein no perduró y en 1828 fue sustituido brevemente por el mineralogista J. C. Schmidt, "director del ministerio de mineralogía y de la Escuela de Minería en Siegen, quien se había distinguido sobre todo científicamente en la geología de filones metalíferos y los estudios de

¹⁸⁸ En los siguientes párrafos mi fuente principal será von Metz, quien detalló la conformación de la CAAM y se refirió a sus directivos (von Metz, *op. cit.*, p. 59-89). Como la mayor parte de las citas provienen de su trabajo, se entenderá que los entrecomillados le corresponden. Cuando se recurra a otra fuente, la referencia se citará de inmediato.

¹⁸⁹ El consejo directivo, según Ward, estaba formado por los "señores Stein, Schleiden y von Gerolt" (Ward, *México en 1827*, p. 353).

accidentes geológicos".¹⁹⁰ Finalmente se decidió que la empresa quedaría bajo la supervisión directa del Cónsul prusiano en México y se designó a Carl Koppe (1829) para ocupar el cargo por primera vez.

El ministerio del exterior de Prusia manifestó sus **intereses** sin ambages: Koppe debía, en primer lugar, "velar por las buenas relaciones entre la compañía minera y el gobierno mexicano, apoyando y representando a la compañía en toda ocasión. En segundo, hacerse cargo personalmente de la administración de la compañía, respecto a los intereses del Banco Real Prusiano..." Aunque desde luego, también quedaron bajo su responsabilidad la supervisión y el cuidado de los **intereses** de las compañías comerciales de sus compatriotas.

Koppe llegó a México armado con una carta de recomendación de Alexander von Humboldt para las autoridades mexicanas, que le facilitaron su gestión.¹⁹¹ De hecho, su labor como canciller fue tan exitosa que a él se debe la firma del primer tratado de comercio entre México y Prusia (1834), que representó el reconocimiento diplomático formal de la joven nación.¹⁹² El tratado, no obstante, se hizo efectivo cuando la CAAM se hallaba sumida en graves apuros económicos que explicarían en parte, la salida de buen número de alemanes de nuestro país.¹⁹³

Al margen de los altibajos de la CAAM y de la suerte de sus directivos, la experiencia mexicana dio pie a la redacción de relatos donde los alemanes plasmaron sus impresiones sobre México.¹⁹⁴ Y al mismo tiempo, los más talentosos establecieron relaciones con la comunidad

¹⁹⁰ Stein salió porque la escasa extracción no alcanzaba a compensar el altísimo monto de los gastos. Schmidt no toleraba el clima, la comida, ni a los mexicanos.

¹⁹¹ Aquí es válido suponer que también le hubiera extendido cartas de presentación para los mineros y los científicos locales, con los que Humboldt mantenía correspondencia.

¹⁹² El tratado se elaboró en 1831 y se ratificó en 1834.

¹⁹³ Como indiqué en relación con las compañías inglesas, la industria enfrentó serios tropiezos en los años veinte y treinta. Aquí cabe comentar que la inestabilidad política de México comenzó a afectar a los inversionistas. En el caso de la firma alemana, Koppe fue rápidamente sustituido por Becher en el consulado. Pero por poco tiempo, ya que se avencidaba la guerra de Texas que colmaría la paciencia de muchos inmigrantes.

¹⁹⁴ Von Metz se ocupa justamente de los relatos de viaje y la correspondencia de los alemanes. (En adelante von Metz pasa a segundo término como fuente.)

científica local y comenzaron a publicar en ambos lados del Atlántico los estudios científicos que emanaban de sus investigaciones.

Stein, por ejemplo, publicó en Heidelberg un artículo en el que se refiere a la "Mina de San Guillermo cerca de Perote" y según una fuente, parece haberse interesado por los meteoritos mexicanos, de los cuales habría tomado muestras que se analizaron en Europa.¹⁹⁵

Schmidt mantuvo una abundante correspondencia en la que comentó y corrigió los escritos de Humboldt, que calificó de "exageradamente positivos". Además, parece haber mantenido relaciones con sus colegas mexicanos, pues le invitaron a "un examen en el Colegio de Minería que trataba de su propia teoría de filones".¹⁹⁶

Koppe, por su parte, escribió una obra que "intenta dar una visión global del país siguiendo el modelo de Humboldt", con el apoyo de fuentes mexicanas y extranjeras contemporáneas. Su valor parece haber radicado en su actualización de los datos estadísticos y políticos de México y la inclusión de parajes que Humboldt no visitó.¹⁹⁷

En cuanto a las obras que se *validaron* por sus contenidos "científicos", la historiografía mexicana del XIX distingue las de Carl von Berghes y Friedrich von Gerolt,¹⁹⁸ como las primeras investigaciones post-humboldeanas que contribuyeron al conocimiento de la geología de México.

¹⁹⁵ Según Enciso, en el trabajo "Hierros meteóricos de México" (1860), Miguel Velázquez de León, habría reportado que Stein "llevó a Europa varias muestras de aerolitos de [Durango y Zacatecas] que fueron analizados por Pugh en 1856 y otros analistas como Berthier..." [v. Stein, W. A., 1832. "Gediegen Blei in Mexico", (Registrado y anotado por Aguilar y Santillán, *BG*, p. 232); Enciso, S. y C. Enciso, "Bosquejo histórico de la mineralogía mexicana", p. 51]

¹⁹⁶ Schmidt siempre manifestó su total disgusto por el país, del que no conocía ni el idioma. De modo que obviamente no pudo seguir el examen de Minería (von Metz, *op. cit.*, p. 64-65).

¹⁹⁷ Koppe, Carl, 1837. *Mexikanische Zustände aus den Jahren 1830 bis 1832*, 2 vols., Cotta, Stuttgart (Cit. en von Metz, *op. cit.*, p. 73).

¹⁹⁸ Friedrich von Gerolt nació en Linz, cerca del Rhin (c. 1800). Estudió en el Politécnico de París y luego defendió su patria en la guerra franco-prusiana. Emigró a Inglaterra (1824) y se incorporó a la CAAM. Fue consejero de la Cía. inglesa de Real del Monte. Regresó a Alemania en 1836, pero volvió a México un año después como Cónsul Plenipotenciario de Prusia, puesto en el que permaneció hasta 1846, cuando partió con el mismo cargo a los Estados Unidos. (Datos del *Dicc. Porrúa*, t. 2, p. 1437)

Tanto Crespo, como Aguilera, Ordóñez y de Cserna les atribuyen las primicias de la **cartografía geológica mexicana**, por su *Carta geognóstica del Estado de México*, en donde se ubicaron y caracterizaron los principales distritos mineros del antiguo estado de México.¹⁹⁹ De acuerdo con de Cserna, "la versión original de este mapa con secciones fue publicada a colores en 1827, mientras que su texto explicativo, a través de Humboldt, en los *Erdmann's Annalen der Erd Völker-und Staatenkunde*, en Berlín, en 1835".²⁰⁰

Von Gerolt fue más prolífico que su coautor de la *Carta geognóstica*, pues de acuerdo con Aguilar y Santillán, entre 1825 y 1834 publicó 8 artículos sobre México. Pero su impacto fue considerable, ya que con excepción del que publicó en el *Registro Trimestre* de México, sus artículos, cartas y perfiles, aparecieron en dos o más revistas de editoriales europeas y americanas (Berlín, París, Heidelberg, Stuttgart, Düsseldorf, Bonn, Nueva York y México). De ahí que pueda afirmarse que sus investigaciones se *validaron* "universalmente" y se integraron como *hechos al patrimonio* de la geología occidental.

Los *hechos* de von Gerolt fueron variados: yacimientos de litargio,²⁰¹ metalurgia, perfiles geognósticos, volcanes y estudios geológicos de los distritos mineros -que incluían registros astronómicos, barométricos y mineralógicos.²⁰²

En lo que concierne a las relaciones de los alemanes con la comunidad científica local, existen pocos pero importantes indicios: El primero concierne a von Gerolt, quien de acuerdo con una fuente, parece

¹⁹⁹ El territorio del estado de México comprendía entonces partes de los estados de México, Guerrero, Hidalgo, Tlaxcala y Morelos. (v. Crespo, *México. Industria Minera. Estudio de su evolución*, p. 80; Aguilera, *Reseña del desarrollo de la geología en México*, p. 54; Ordóñez, *El Instituto de Geología. Datos Históricos*, p. 4; de Cserna, *La evolución de la geología en México*, p. 6)

²⁰⁰ De Cserna, *La evolución de la geología en México*, p. 6

²⁰¹ El litargio (PbO) es un mineral muy raro, que tiene la apariencia y el brillo de la plata. Sólo se localiza en México y California.

²⁰² v. Aguilar y Santillán, *BG*, p. 92-93.

haber "arreglado la colección mineralógica del Museo Nacional" por encargo de Lucas Alamán.²⁰³ Además, figura entre los miembros correspondientes de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística desde 1838.²⁰⁴

El segundo indicio se refiere a la presencia de Schmidt en el Colegio de Minería, que mencioné. De ahí podría especularse que la interacción de los catedráticos -Andrés M. del Río, Manuel Castro, Manuel Heredia y Manuel Cotero- y egresados con los mineros, no se limitó al renuente Schmidt.²⁰⁵ Un argumento para apoyar mi conjetura podría encontrarse en los nexos científicos del mineralogista José Ma. de Bustamante (m. 1834) con Berghes y Burkart, que podrían considerarse hasta cierto punto comparables a los que mantuvo Domingo Lazo de la Vega con los ingleses.

Aquí cabe un comentario sobre los enlaces entre las redes empresariales, científicas y políticas, que afloraron en relación con Alamán, pero que no se restringieron a su persona. Von Metz, por ejemplo, alude a la vida social de los mineros alemanes (Burkart, Koppe, Becher, [von Gerolt]) y apunta que entablaron relaciones con miembros de las élites, como "el mineralogista Andrés M. del Río, el diputado José Ma. Bustamante, el alcalde Fagoaga y su hermano, [y] otros personajes importantes en la vida política como [Lucas] Alamán, Anastasio Bustamante, [Manuel] Gómez Pedraza". Aunque aclara que con los últimos "trataban sobre todo los diplomáticos y directores como Koppe, Schmidt, Becher [y von Gerolt]".²⁰⁶

Desde luego, las coincidencias entre los nombres de una y otra nóminas no son casuales, sino evidencias concretas de la imbricación entre

²⁰³ Tomado del esbozo biográfico del *Porriá*, t. 2, p. 1437.

²⁰⁴ Alamán L., "Individuos que componen el Instituto Nacional de Geografía y Estadística", p. 104-106

²⁰⁵ Recuérdese aquí que en el Colegio de Minas se enseñaban el alemán y el inglés, de modo que ni catedráticos ni pupilos deberían haber tenido dificultades para establecer relaciones con los inmigrantes. (Los catedráticos contemporáneos se vieron en Ramírez, S. *Datos para la historia...*, p. 249-282)

²⁰⁶ También menciona a la Güera Rodríguez y yo agregó a von Gerolt por su integración a la SMGE y el cargo diplomático que ocupó (v. von Metz, *op. cit.*, p. 148).

las redes y los **intereses**, de las que el ejemplo más claro sería la colaboración científica de José María Bustamante con los germanos que mencioné arriba.

Como es sabido, Bustamante fue uno de los alumnos más brillantes de Andrés M. del Río y uno de los mineros más activos de su tiempo. Dejando de lado sus responsabilidades políticas -pero sin pasar por alto su *traducción* en la *práctica* científica-, me limitaré a consignar algunos datos de su *práctica*:

Bustamante se desempeñó como perito minero en los distritos de Guanajuato durante los años previos a la consumación de la Independencia y al mediar la segunda década de la centuria aparece en los distritos de Zacatecas -donde pudo haber coincidido con Burkart. Pero, además de sus obligaciones para con las empresas, efectuó estudios científicos que recibieron la pronta *validación* de sus pares, ya directa o indirectamente:

En el primer caso se encuentran sus publicaciones en México y en el extranjero, que aún siendo escasas, contribuyeron al *patrimonio* local y "universal" de la geología. Me refiero, en particular, a su mineralogía volcánica del pedregal de San Agustín de las Cuevas (México, 1821); a su memoria sobre las calizas carbonatadas y los sulfuros de plata de México (París, 1826), en donde describió la geología del distrito de Guanajuato "con mayor detalle que Humboldt"; y a su *Descripción de la Serranía de Zacatecas* (1828-29).²⁰⁷

El valor que se asignó a esta última obra fue tan grande, que Berghes la hizo publicar a la muerte de Bustamante y dio pie a su colaboración póstuma con el germano. En este estudio Bustamante describió la geología de Zacatecas "por primera vez" y Berghes la completó con observaciones y comentarios, así como con "planos, perfiles y vistas" que trazó él mismo.

²⁰⁷ Sobre la apreciación de la geología de Guanajuato v. de Cserna, "La evolución de la geología", p. 6. Aguilar registra el primer trabajo en el *Registro Trimestre* y el segundo en los *Annales des Sciences Naturelles* (v. Aguilar y Santillán, BG, p. 37-38).

La obra apareció en 1834 bajo la rúbrica de Bustamante y la colaboración "complementaria" de Berghes -datos que consignan la evidencia del juicio de *atribución* que se efectuó.²⁰⁸

De acuerdo con de Cserna, Burkart "pudo utilizar libremente la información que le proporcionó Bustamante" del último trabajo, así como la de su estudio geológico de Guanajuato. De ahí proviene la *validación* indirecta de su obra, ya que el germano daría a la imprenta numerosos estudios que incluyeron los datos del mexicano.

Aquí es preciso detenerse para anotar, que no obstante el honor que pudo haber significado el reconocimiento de Burkart, la *validación* indirecta comporta sus riesgos en cuanto a la *atribución*. Pues aunque Burkart manifestara con fidelidad sus referencias, con el paso del tiempo los *hechos* de Bustamante -y de otros- pasaron al dominio del germano: El juicio de *atribución* había dado el giro desfavorable para el mexicano que discutí en el capítulo 2 de la primera parte.

El destino final de la obra de Bustamante en el "dominio público de la ciencia" no es sorprendente, ya que muy pronto comenzó a experimentarse el peso de la voluminosa y brillante obra de Burkart.

En efecto, las obras de mayor trascendencia científica que se desarrollaron en el período que me ocupa, se sustentaron en las vastas exploraciones que efectuó el mineralogista Joseph Burkart durante la década que comprendió su estancia en México.²⁰⁹ El volumen de datos que recogió en sus expediciones y en las minas que dirigió, le bastó para dar a la imprenta más de cuarenta artículos, cortes geológicos y cartas, que se

²⁰⁸ Bustamante, José Ma., 1828-1829. *Descripción de la Serranía de Zacatecas formada por... Aumentada con los estudios hechos en los años de 1829, 30, 31 y 32 por C. De Berghes.*

²⁰⁹ Joseph Burkart (1798-1874) nació en Bonn, en donde realizó sus estudios preparatorios, para después trasladarse a la escuela de Minas de Freiberg. Trabajó brevemente en Rhineland y Westphalia. Recibió su licencia de "perito minero" de la Real Oficina de Minas de Düren en 1823 y se desempeñó ahí como secretario. Según Ramírez, su traslado a México se debió a "la recomendación de Stein y von Gerolt" para formar parte de la Cía. de Tlalpujahuá (1825). Poco después de su regreso a Europa (1834) se instaló en Bonn (1837-1867). (Datos tomados de Ramírez, S. "Elogio fúnebre...", p. 195-204; Sarjeant, *Geologists and the history of Geology...*, vol.2, p. 665; y von Metz, *op. cit.*, p. 66-168, *pas passim*)

publicaron entre 1832 y 1893 en revistas y editoriales científicas inglesas, alemanas, francesas y mexicanas. (Aunque los que redactó después de 1836, contienen datos actualizados con la literatura científica que se fue publicando.)²¹⁰

No obstante su gran fecundidad en las revistas especializadas, el trabajo que tuvo más repercusiones y el que le abrió las puertas de aquellos medios de difusión, fue el libro *Estancia y viajes en México en los años 1825 hasta 1834. Observaciones sobre el país, sus productos, la vida y costumbres de sus habitantes, así como observaciones en las ramas de mineralogía, geognosia, ciencia de minas, meteorología, geografía.*²¹¹

Su valor científico y su trascendencia tuvieron bases muy sólidas: En primer término, por la aplicación con que preparó su viaje desde Alemania, mediante la lectura de "todos los relatos que logró conseguir sobre el país" y el aprendizaje previo del español. En segundo lugar, porque durante su estancia en México y luego en Bonn, continuó acumulando referencias y datos que completaron sus investigaciones personales (del Río, Humboldt, Sonnenschmidt, Ward, Tardieu, Gerolt, Berghes, Bustamante, entre otros).²¹² Y finalmente, porque la obra tuvo el logrado objetivo de darle continuidad a la de Humboldt, ya que estudió a profundidad regiones que aquél no visitó.

La *Estancia y viajes en México...* se publicó en alemán en dos volúmenes en el año de 1836, con una expresiva dedicatoria al Barón de Humboldt, y casi de inmediato comenzó a circular entre las redes científicas y empresariales de ambos lados del Atlántico.

En su "Introducción", Burkart explica el propósito de ampliar las investigaciones de su coterráneo de acuerdo con el programa que dejara

²¹⁰ Obviamente se incluyen publicaciones póstumas y traducciones que señalan la importancia de su obra.

²¹¹ La lectura de la obra se hizo a través de las notas de un traductor y se complementaron con los comentarios sobre Burkart que aparecen en Von Mentz, *op. cit.*

²¹² Burkart, *op. cit.*, vol. 1, p.38

delineado en el *Ensayo Político...* Asimismo expresa su conformidad con el papel que Humboldt asignara al registro minucioso de mediciones y cálculos instrumentales, así como a la detallada descripción de todos los elementos naturales que componen el paisaje. Todo ello debía completarse, coincidieron, con la ejecución de planos, cortes, mapas e ilustraciones, para proporcionar al lector -presumiblemente científico- una visión clara y precisa de la naturaleza mexicana.

En este punto, Burkart se distanció epistemológicamente de los viajeros ligados con la explotación minera que he mencionado, por el amplio espectro de estudios que efectuó y por el método con el que realizó el registro y la interpretación de los datos.

Aunque su prologuista, el profesor de mineralogía J. Nöggerath,²¹³ no lo vio así y expresó la importancia de la obra disociándola de la mirada totalizante que la orientó, mediante la parcelación de sus contenidos. Considérense los que destacó:

...contiene un enorme tesoro de conocimientos mineralógicos, geognósticos y mineros en texto y cuadros; múltiples observaciones sobre yacimientos minerales y sobre los volcanes de México de la época actual y de la antigüedad. Al mismo tiempo ofrece al geógrafo, al historiador, al investigador de antigüedades, al hombre de estado, al fabricante, al comerciante, etc., y en general al hombre culto, valiosa información, conocimiento y recreación.²¹⁴

Como puede verse en el párrafo anterior, la divergencia entre la *práctica* y la división canónica de los saberes puede aflorar en los autores más inopinados. Pues como referí con anterioridad, la *Estancia y viajes...* de Burkart abarca el horizonte cultural en su totalidad a través de una magistral apreciación sintética y totalizante.

²¹³ J. Nöggerath analizó muestras de meteoritos mexicanos, presumiblemente proporcionados por los viajeros alemanes. Su producción sobre México comprende 5 artículos, publicados en Alemania entre 1826 y 1870 (Aguilar y Santillán, *BG*, p. 162).

²¹⁴ Nöggerath, en Burkart, *Estancia y viajes...*, vol. 1, p. IX

Pero igual que Nöggerath en el siglo XIX, otros analistas de su obra se aplicaron a recortarla y remendarla, para delinear con las costuras la demarcación de las nacientes especialidades:

Santiago Ramírez caracterizó al "ilustre viajero, el profundo naturalista, el sagaz físico, el experto minero, el laborioso historiógrafo [sic] y el inteligente estadista". Aguilera y Ordóñez lo situaron como "geólogo y mineralogista" y más recientemente Sarjeant lo delimita en la "geología económica y estructural".²¹⁵

No obstante, desde la *perspectiva del actor*, Burkart seguía las huellas de Humboldt; había asumido la responsabilidad de darle continuidad a su obra y por lo tanto, su perspectiva epistemológica era tan refractaria a la parcelización como la del barón.

Respecto al programa del último, sólo la fidelidad a su mentor y el sustento de su propia vocación científica pudieron inspirar a Burkart la ambición de emprender el intrincado y penosísimo viaje desde San Blas hasta Tampico.²¹⁶

Pero el esfuerzo valió la pena, ya que su minuciosa descripción del camino -que completó con registros instrumentales, bocetos del paisaje y planos de los cortes geológicos-, introdujo a la literatura científica el paisaje de la franja comprendida entre los paralelos 22° y 23°. Y todavía más, pues también exploró los alrededores de la ciudad de México que recorriera su mentor.

En todas sus travesías quiso percatarse del más mínimo detalle, pero aunque parece no haber pasado por alto una hierba, un reptil o un fruto "exótico", el dominio de los contenidos esotéricos de su oficio solían delatarle por la precisión conceptual y el manejo del lenguaje. Esto puede advertirse en la siguiente descripción de un camino:

²¹⁵ Ramírez, "Elogio fúnebre...", p.203; Aguilera, "Reseña del desarrollo de la geología en México", p. 54; Ordóñez, *El Instituto de Geología...*, p. 26; Sarjeant, *Geologists...*, vol.2, p. 665.

²¹⁶ Burkart, *op. cit.*, vol. 2, p. 169-170.

... encuentra uno de pronto un suelo calcífero de colores grises y tonos claros. El paisaje encierra muchos rincones de pedernal negro, fonolita y cuarzo, pero se observan pocas petrificaciones...²¹⁷

No obstante el revelamiento de sus intereses mineralógicos y geológicos, Burkart como su mentor, concebían la comprensión de todos los elementos naturales en la síntesis *conceptual* de un *paisaje* específico. Pues éste era para ambos, el elemento integrador que le confería su singularidad característica.

Por ello, la descripción naturalista de Burkart incluye también al hombre: su aspecto físico, sus actividades, sus costumbres, sus relaciones sociales, sus enfermedades, sus "vicios" y sus talentos particulares.²¹⁸ Análogamente, su examen de las ciudades y poblaciones; de la desigualdad social y el orden político, conlleva la alusión al medio físico

Si en Humboldt la explicación de la flora entraña la del paisaje en su totalidad, en Burkart el análisis etnográfico y antropológico están igualmente imbricados con el de aquél. Y de la misma manera, los temas de su profesión -la minería- comprendieron tanto el medio natural como los usos y costumbres ancestrales que dominaban las relaciones laborales.

Tras las huellas del barón que le precedió, Burkart fue al Jorullo y ascendió al Nevado de Toluca;²¹⁹ visitó los basaltos de la Hacienda de Santa María Regla,²²⁰ a los que designó *Dolerit* y buscó tenaz pero infructuosamente "la masa [meteórica] de Durango mencionada por Humboldt".²²¹ En cambio encontró el meteorito que Sonnenschimdt había

²¹⁷ Burkart, *op. cit.*, vol. I, p. 89.

²¹⁸ Como a la mayoría de los viajeros, a Burkart le sorprendió la propensión al juego de los hombres y el hábito de fumar en sociedad de las mujeres. Respecto a los "talentos" locales, su percepción fue análoga, ya que se concentró en la valoración de las cualidades de los indígenas y en los vestigios prehispánicos.

²¹⁹ Burkart, *op. cit.*, vol. I, p. 182-188.

²²⁰ Burkart, *op. cit.*, vol. I, p. 66.

²²¹ Rubinóvich se refiere a las polémicas en torno a la ubicación del meteorito. Pero afirma que Burkart habría continuado su búsqueda "hasta que la muerte lo sorprendió". Se trata de una confusión, pues el germano no volvió a México después de 1834 y falleció en Bonn. (v. Rubinóvich, *et al.*, "Las raíces de la meteorítica...", p. 18)

visto en Charcas, "apoyando ruedas de coches en la esquina noroeste de la iglesia del pueblo".²²²

Como puede verse, Burkart rebasó con creces los objetivos empresariales que le trajeron a México. Pues obviamente la compañía inglesa que lo contrató, sólo esperaba que sus estudios respaldaran la optimización de la productividad de sus minas. De lo anterior podría avenirse una interpretación de las investigaciones de Burkart, en términos de la *traducción* que habría efectuado de sus **intereses** científicos, en los **intereses** económicos de la empresa.

Esta *traducción* puede leerse en las palabras del propio Burkart, quien expresó **intereses** menos "puros", cuando dijo haber publicado éste y otros estudios sobre México "con el objeto de dar a sus *compatriotas* una idea de la riqueza de [sus] minas".²²³ De ahí que incluyera consejos prácticos para los eventuales viajeros: dificultades y riesgos para viajar; alojamiento en los pueblos remotos; alimentación adecuada para resistir las temperaturas "extremas"; precios de los caballos, la comida, el hospedaje, la servidumbre...²²⁴ En cierto modo, su prologuista Nöggerath, parecía haber acertado cuando advirtió que la obra ofrecía "al hombre de estado, al fabricante y al comerciante, información, conocimiento y recreación."

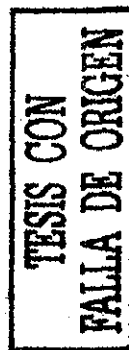
Pero si aquéllas fueron las patriotas intenciones de Burkart, una vez que se incorporó al *patrimonio* científico "universal", su *Estancia y viajes...* fue menos leal. Pues supo atravesar mares y fronteras, despertando la curiosidad de los hombres de ciencia y la ambición de los imperios políticos y financieros que rivalizaban con Prusia.²²⁵

²²² Burkart, *op. cit.*, vol. I, p. 124.

²²³ Burkart, "Resumen de los resultados obtenidos en la explotación de las minas de Pachuca y Real del Monte...", p. 579.

²²⁴ Burkart, *op. cit.* vol. I, p. 24, 47, 61, 103.

²²⁵ Como se verá más adelante, el conocimiento del país llevó a los franceses del II Imperio a integrarlo a de la *Commission Scientifique du Mexique* (1864).



De hecho, buena parte de la información geológica de la obra sirvió de base para que el mineralogista francés Saint Clair Duport publicara el libro *De la production des metaux precieux au Mexique, considerés en relation avec la géologie, la metallurgie et la politique économique* (1843).²²⁶

Duport coincidió en México con Burkart durante un viaje que aprovechó para recorrer los distritos mineros más importantes (1826-1841).²²⁷ Pero de acuerdo con de Cserna y Maldonado, la obra no aportó nada nuevo sobre las regiones que exploró, ya que la mayor parte del trabajo se basa en "los datos publicados por Humboldt y Burkart".²²⁸

Para Maldonado, no obstante, Saint Clair Duport se convertiría en el difusor del conocimiento geológico de México en lengua francesa. Con ello, los galos terminaron por *atribuirle* a Duport las investigaciones de los germanos, que se *validaron* en París a través de su *Production des metaux precieux au Mexique...*²²⁹ (Peculiaridades de los juicios de *atribución*).

En lo que toca a los especímenes y colecciones que reunió Burkart, las fuentes señalan que habrían ido a dar a Berlín, Bonn, Londres y París, en donde corrieron la misma suerte que el "equipaje" de Humboldt: se distribuyeron en los apartados estancos de las especialidades; se clasificaron y fueron objeto de estudios específicos. Con ello, su compleja y totalizante *práctica se tradujo* en *hechos* científicos, que se separaron para integrar los *patrimonios* de cada disciplina.

²²⁶ v. Aguilar y Santillán, *BG*, p. 214.

²²⁷ Se refiere a los distritos de Guanajuato, Zacatecas, Fresnillo, Catorce, Guadalupe y Calvo, Taxco, Ramos, Sombrerete, Nieves, Charcas, Ángeles, La Blanca y Ojocaliente. La obra incluye la descripción geológica y fisiográfica de las regiones relacionadas con la minería de los metales preciosos, pero se centra en el estudio de la industria. Expone sus orígenes históricos y su ulterior desenvolvimiento; describe los trabajos de explotación y beneficio; y se ocupa de los aspectos financieros y jurídicos de la minería mexicana en la década de los treinta (v. Aguilar y Santillán, *loc cit*).

²²⁸ v. Maldonado-Koerdell, M., "Naturalistas extranjeros en México" p. 107; de Cserna, "La evolución de la geología...", p. 7.

²²⁹ Al respecto v. Combes, CH. P. M. "Exploration de gîtes de minearais métallifères et autres substances minérales employées dans les constructions et l'industrie", p. 78.

En México la obra del germano y en particular la *Estancia y viajes...*, fueron bien conocidos y ampliamente citados en obras de geografía, meteorología, mineralogía y geología. Pero su incorporación al *patrimonio* de la ciencia mexicana, no sólo se apoyó en el valor intrínseco de sus contenidos *cognitivos*, sino en la sostenida relación que mantuvo con sus colegas mexicanos, aún después de su partida.

En efecto, Burkart aparece entre los miembros fundadores de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (SMGE), como mencioné. De manera que pudo permanecer al tanto de los avances que realizaban los "geólogos" y mineralogistas mexicanos, presumiblemente por correspondencia en los primeros años, y después mediante las publicaciones del *Boletín*, en donde él mismo contribuyó con algunos trabajos.²³⁰

Pero no limitó sus fuentes de información a la SMGE, ya que también recibía ejemplares de otros medios -el *Anuario del Colegio de Minería* (1845-64) y los *Anales de la Minería Mexicana* (1861)-,²³¹ de los que tomó referencias para uno de sus trabajos.²³² E igualmente, procuró cultivar el contacto personal con sus colegas, como consta en el mismo artículo, donde Burkart alude a su correspondencia con estudiosos mexicanos como Miguel Velázquez de León y Antonio del Castillo, a quienes habría que sumar a Andrés Manuel del Río y Santiago Ramírez, de cuyas relaciones se han manifestado las evidencias.²³³

²³⁰ Además de los trabajos citados, en 1861 el *Boletín* reimprimió un resumen de la *Estancia y Viajes...* que publicó Andrés Manuel del Río en su *Manual de Geología* (1841).

²³¹ El *Anuario del Colegio de Minería* apareció irregularmente en los años 1845-46; 1848-49; 1859-60 y 1863-64. Los *Anales de la Minería Mexicana*, por su parte, sólo alcanzaron a publicar un tomo en 1861.

²³² Me refiero a las que cita en Burkart, "Resumen de los resultados [...] de las minas de Pachuca y Real del Monte...", p. 759. Aunque es factible que en el resto de su obra aparezcan referencias a éstas y otras publicaciones mexicanas.

²³³ Como se verá, entre 1829 y 1835, Andrés Manuel del Río residió en los Estados Unidos (Filadelfia, Boston y Washington). El dato es importante en relación con el despliegue de las redes locales hacia Norteamérica.

También habría que añadir los intercambios epistolares que sostuvo con los mineros extranjeros que residían en México, entre los que destacarían John Buchan de la Compañía Real del Monte y el cónsul von Gerolt. Todo ello, sin pasar por alto las numerosas publicaciones de la geología de México que circularon en el mundo, bajo la rúbrica de los propios exploradores o de los especialistas que analizaron los especímenes en los centros de acopio metropolitanos -Berthier, Nöggerath, Pugh, Bergemann, Ehrenberg.²³⁴

En lo que concierne a los *hechos* que se integraron al *patrimonio* de la geología mexicana, recurriré a la opinión de sus propios historiadores. Pues cada uno de ellos valoró los *hechos* de Burkart desde la perspectiva de su tiempo y de los **intereses** que impulsaban en cada momento el devenir de la disciplina:

En 1875 Santiago Ramírez destaca los estudios de Burkart sobre los principales distritos mineros de la República, en donde "desplegó sus vastos conocimientos en el laboreo de los criaderos, proyectando y emprendiendo las obras más atrevidas y ventajosas". Advierte la relevancia de los datos y observaciones que consigna; valora el examen de las localidades bajo su aspecto físico, que atiende sus condiciones hidrográficas y climatológicas. Y subraya la interpretación de los datos con el soporte de discusiones teóricas que relacionan los caracteres mineralógicos y las condiciones estratigráficas de las rocas principales.²³⁵

José G. Aguilera, por su parte, enumera en 1905 las siguientes "aportaciones" del germano:

.... notas relativas a la constitución geológica de los distritos mineros que visitó, y muchas de sus observaciones sobre las relaciones de las rocas [que] son todavía de utilidad.

²³⁴ La relación de los especialistas vinculados con Burkart está incompleta. Actualmente se está iniciando un proyecto de investigación cuyo objetivo es relacionar las publicaciones de la geología de México con los exploradores foráneos del siglo XIX.

²³⁵ Ramírez, "Elogio fúnebre...", p. 201-202.

... la exactitud de sus observaciones y la precisión relativa con que deslinda en su carta geológica de Zacatecas, las seis formaciones que él distingue en esta sierrita, a saber: esquistos, diorita, feldstein, areniscas rojas, rocas traquíticas y caliza moderna, y cuyas relaciones de yacimiento manifiesta en los cortes que acompañan a la carta.²³⁶

Y en los últimos años, de Cserna destaca el mapa geológico a colores del distrito minero de Zacatecas; las descripciones de la estratigrafía física y la estructura de áreas mineralizadas del centro de México.²³⁷

Como puede verse en la gradual disminución del registro de sus "aportaciones", el paso de los años no inmunizó al germano del oscuro destino que aguarda a todas las innovaciones: el "dominio público de la ciencia". Pues, como han explicado Dogan y Pahre, una vez que la innovación se ubica dentro del *patrimonio*, su autor "suele caer en el anonimato".²³⁸ Con ello, la historia equilibró la suerte de Bustamante con la de Burkart.

En este punto conviene dejar atrás a los mineros para "seguir los pasos" de otros *actores* y sustentar la tesis de la diversidad de roles socio-profesionales de los viajeros extranjeros que recorrieron el país y aportaron conocimiento sobre su constitución física. Aquí podría abundar mencionando incontables comerciantes, colonizadores y aventureros, no obstante, voy a referirme a otro célebre discípulo de Humboldt: el ilustrador científico, Johann Moritz Rugendas (1802-1858).

Como es sabido, Rugendas realizó su primer viaje americano alentado por Humboldt, en la expedición científica del naturalista alemán Georg Heinrich von Langsdorff a Brasil (1822-25). A su regreso a Europa le mostró a su mentor las ilustraciones que incluiría en su *Voyage pittoresque dans le Brésil*.

²³⁶ Aguilera, "Reseña del desarrollo de la geología en México", p. 55

²³⁷ De acuerdo con de Cserna, la descripción de la estratigrafía fue "esencialmente werneriana" (v. de Cserna, "La evolución de la geología...", p. 6).

²³⁸ Dogan y Pahre, *Las nuevas ciencias sociales...*, p. 34-35.

La belleza y precisión científica de las láminas impresionaron tanto a Humboldt, que le pidió su colaboración para la segunda edición de la *Geografía de las plantas*, que Rugendas desarrolló codo a codo con el autor.²³⁹ Durante su ejecución, el último se prodigó en consejos para que el artista afinara la proyección visual de la naturaleza -y de los hombres- que completarían las descripciones científicas del paisaje y lo animó a viajar a México.

A la manera de Koppe y Burkart, cuando se encontró en territorio mexicano (1831-34), Rugendas siguió las huellas de Humboldt y retrató los paisajes más impresionantes que aquel describiera: la cascada y los basaltos de Regla; la Sierra de las Monjas de Atotonilco el Chico; los Órganos de Actopan. También pintó las ruinas de Xochicalco y Teotihuacan, así como escenas de la vida cotidiana y paisajes urbanos y rurales.

Todos sus trabajos contienen anotaciones sobre las características geológicas del terreno y sobre la flora y fauna que conforman el paisaje, que evidenciaron su competencia científica y el acceso a los documentos y los datos de precisión. De ahí su valor cognitivo, pues como advierte uno de sus estudiosos, "la perfección del modelo a que aspiraba un artista viajero [se alcanzaba], en tanto la intención de [su obra] se hallaba avalada por la información científica de la cual el artista podía disponer libremente para utilizarla durante su proceso de creación".²⁴⁰

En este caso, como en el de Carl Nebel,²⁴¹ el barón de Courcy y otros ilustradores que recorrieron el país, a Rugendas le corresponde el mérito de haber difundido el conocimiento visual de la naturaleza, que promoviera Humboldt cuando insistió en la importancia de incluir documentos

²³⁹ Según Duviols, Humboldt se entusiasmó "al grado de escribir que tal obra era lo mejor que se había publicado hasta entonces sobre la naturaleza tropical" (Duviols, J. P., "La escuela artística de Alexander von Humboldt", p. 19).

²⁴⁰ Diener, P., "Rugendas y sus compañeros de viaje", p. 36.

²⁴¹ Nebel, Carl, 1846, *Voyage pittoresque et archéologique au Mexique (1830-1832)*, Paris. (cit. como uno de los viajeros que habría que considerar, en Vivien de Saint Martin, "Rapport sur l'état de la géographie...", p. 254.)

iconográficos que expresaran al mismo tiempo sensibilidad estética y se mantuvieran dentro de los límites de la precisión científica.²⁴²

Obviamente la *validación* de la obra científico-iconográfica de Rugendas corrió la misma suerte de las obras que ilustró, que en los casos de los botánicos Langsdorff y K. C. Philip von Martius; el naturalista Humboldt; y el "geólogo" Eduard Harkort, pasaron al *patrimonio* "universal" de las ciencias.²⁴³

En cuanto a las relaciones de Rugendas con la comunidad científica, destaca su integración a la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (1835), que adquiere significación en términos del despliegue de nuevas tramas hacia las redes metropolitanas.

Pero, además de los artistas, los mineros y los exploradores europeos que recorrían el territorio mexicano, impulsados por sus respectivos **intereses**, hubo otros *actores* que hicieron lo propio con objetivos inducidos por **intereses** locales.

Me refiero a los proyectos diseñados por los sucesivos gobiernos del país, que promovieron la exploración territorial e incrementaron el *patrimonio* de la "geología" de México. En todos los casos, las expediciones se llevaron a cabo por el **interés** explícito de estimular el progreso de la nación, aunque no dejaron de asomarse indicios de **intereses** menos patrióticos.

Entre estos proyectos destacan los que dieron lugar a la creación de las Comisiones del Istmo de Tehuantepec (1823-1826), de los alrededores

²⁴² La iconografía de la *Vista de las cordilleras...* sería en este sentido muy iluminadora, ya que revela la fructífera combinación de la vena romántica de Humboldt con su vocación científica, que discute Buttimer (v. Buttimer, "Beyond Humboldtian and Geothean Science: Enduring Lessons from Alexander von Humboldt's Geography").

²⁴³ En cuanto a su *validación* artística, Duviols declara que Rugendas ha sido considerado como "el más representativo de la escuela humboldtiana de pintores en América". (Datos tomados de Duviols y Diener, *op. cit.*, *pas passim.*)

de la Ciudad de México (1825) y de la frontera noreste de México con los Estados Unidos (1827-1831).²⁴⁴

Mendoza explica que estas comisiones tuvieron por objeto "observar los rasgos naturales, obtener *información geográfica* y apuntar datos exactos para los mapas" de cada región.²⁴⁵ Es decir, tenían el objetivo de medir lo que el regular estado de sus instrumentos les permitiera: altitudes, temperatura, presión atmosférica; describir los minerales, la flora y la fauna -y si se podía, formar colecciones-; detallar y dibujar la orientación de las montañas, el cauce de los ríos, la disposición estratigráfica de las rocas; explicar genéricamente el clima, las poblaciones, las actividades productivas y a los habitantes. En pocas palabras: todo.

En relación con el tema que me ocupa en este capítulo, destacaron los trabajos de la *Comisión de Límites*, que aportó abundantes datos de la constitución geológica, la historia natural y la geografía de la región noreste de México.²⁴⁶ Pero al mismo tiempo que realizaban la exploración, los comisionados efectuaron actividades de diferente orden, que dejaron traslucir **intereses** heterogéneos.

Estas características hacen que la expedición de *Límites* resulte particularmente reveladora para el enfoque interpretativo de este estudio, ya que muestra con nitidez la imbricación entre los **intereses** de las redes, que delineó los objetivos de la investigación y prefiguró los contenidos cognitivos que se consignaron en el *Diario de viage de la Comisión de Límites...*

La interacción entre las redes se manifiesta de inmediato, pues aunqu e la obra es producto de una encomienda de orden geográfico -trazar

²⁴⁴ En este apartado me ocuparé de la última. Sobre las del Istmo de estos años, v. Rodríguez, L., "Ciencia y Estado en México: 1824-1829". Para la Comisión de los alrededores de la Ciudad de México de 1825, v. Orozco y Berra, *Apuntes para la historia...*, p. 384-385; v. t. Mendoza, H., "Las opciones geográficas al inicio del México independiente".

²⁴⁵ Mendoza, "Las opciones geográficas...", p. 92. (Las cursivas son mías.)

²⁴⁶ Aquí se considera la extensión territorial anterior a la independencia de Texas y la Guerra del 47.

los límites y explorar los territorios del noreste de México-,²⁴⁷ la mera designación del Gral. Manuel de Mier y Terán, como Director desvela los **intereses** políticos que inflamaban las pugnas de las élites gobernantes:

Como es sabido, Manuel de Mier y Terán (1789-1832) interrumpió sus estudios en el Seminario de Minería para incorporarse a las fuerzas insurgentes, en donde destacó por su lealtad y valor. Luego de la Independencia, participó en política como diputado por Chiapas (1823) y ministro de Guerra (1824).

Destacó por su posición moderada frente a las disensiones entre liberales y conservadores que desgarraban el país, actitud que parece haberle ganado el respeto de los intelectuales de uno y otro bandos -fue amigo de Mora y Alamán. Pero su falta de definición, parece haber sido la causa de que su presumible ambición a la Presidencia no se materializara.²⁴⁸

En todo caso, el nombramiento de Mier y Terán ajustaba perfectamente con su perfil de leal militar, porque además de la encomienda geográfica, la Comisión tendría que vérselas con los colonos que invadían Tejas, pasando por alto las limitaciones legales que se habían impuesto. De esta manera, las actividades que se efectuaron durante la expedición, a ratos parecieron centrarse en la encomienda principal -los límites- y con frecuencia en otros menesteres, entre los que se incluye la guerra y la descripción pormenorizada del entorno natural de los derroteros, como se verá enseguida.

²⁴⁷ De acuerdo con L. Rodríguez, la Comisión tuvo la finalidad "de estudiar los territorios de Coahuila y Tejas y marcar los puntos fronterizos con los Estados Unidos del Norte" establecidos en el convenio de Onís (1819) [v. Rodríguez, L., "La geografía en el proyecto nacional de México independiente, 1824-1835...", p. 156].

²⁴⁸ Orozco y Berra dice que su nombramiento en la Comisión de Límites "sólo era un pretexto para apartar a Terán del teatro de los sucesos políticos". La *Enciclopedia de México* reporta que Mier habría sido "candidato" de Mora para la Presidencia de 1830, que ganó Bustamante. (Orozco y Berra, *Apuntes para la historia de la geografía...*, p. 359; *Enciclopedia de México*, vol. 9, p. 2267.)

La Comisión de Límites se integró con los ingenieros militares Constantino Tarnava y José Batres, los naturalistas Juan Luis Berlandier y Rafael Chovell y el teniente José Ma. Sánchez como dibujante. El viaje se realizó entre el 10 de noviembre de 1827 y el 18 de diciembre de 1831, período en el que Mier y Terán se involucró en actividades ajenas a la investigación: En 1829 lo mandaron a detener la invasión de Barradas en Tampico; en 1830 a contener una sublevación en Tejas y otra vez a Tampico en donde se suicidó en 1832.²⁴⁹

En los años que duró la Comisión, México cambió 5 veces de mandatario, dos de los cuales nombraron como ministro del interior a Lucas Alamán.²⁵⁰ Después que terminó el viaje, la publicación del *Diario* tuvo que esperar el tránsito de 35 presidencias y una Alteza Serenísima, para que apareciera al fin en 1850, con una atenta dedicatoria al ex-ministro y director alternante de Minería, Dn. José María Tornel.²⁵¹

En cuanto a los contenidos del *Diario*, inmediatamente se advierte que los resultados no cuadraron con los objetivos explícitos: Sólo se citan algunas posiciones astronómicas y aunque se insiste en la ejecución de registros meteorológicos, la ausencia de datos se explica con la supuesta "pérdida" de las notas de Mier y Terán.²⁵²

No obstante, el *Diario de la Comisión de Límites* dotó a los científicos de la segunda mitad del XIX con información valiosísima sobre la naturaleza de la región, pues describe con todo detalle la expedición y revela los procedimientos y criterios que la guiaban; precisa los instrumentos que se utilizaron y los registros que se efectuaron.²⁵³ Contiene

²⁴⁹ Se atribuye su suicidio al fracaso de la campaña de Tampico (1832) y "a sus desilusiones políticas". Al respecto, considérense sus diferencias con Guadalupe Victoria (1824), el asesinato de Vicente Guerrero (1831), sus disputas con Zavala sobre la colonización de Tejas (1831-32) y el levantamiento de Santa Anna contra Bustamante (1832).

²⁵⁰ Éstos fueron Guadalupe Victoria (1824-29) y Anastasio Bustamante (1830-32)

²⁵¹ Entre las 35 presidencias incluyo las idas y vueltas de Santa Anna.

²⁵² Cada vez que se alude a las mediciones atmosféricas, aparecen puntos suspensivos. La aclaración sobre la pérdida de las notas de Mier está en la p. 8 del *Diario*...

²⁵³ La expedición iba equipada con "cronómetros, termómetro, barómetro y telescopio".

la minuciosa descripción del terreno a lo largo del itinerario e incluye datos de especies botánicas, zoológicas y mineralógicas, así como descripciones del clima y del contexto geológico. De acuerdo con los autores, incluso se realizaron experimentos químicos en el terreno, para establecer la composición de minerales, tierras y aguas.

Sin embargo, una lectura (mal)intencionada podría delatar la ausencia de algunos hechos relevantes que se extrañan en el *Diario*. Por ejemplo, sorprende la falta de datos referentes a las andanzas de Mier y Terán, quien podría o no haberse acompañado con los naturalistas.²⁵⁴ Y no se explica la suerte de Chovell, pasados los primeros 4 meses de la expedición.²⁵⁵ Omisión increíble tratándose del coautor de la obra.

En este punto aparecen nuevas anomalías, ahora relativas al juicio de *atribución*. Me refiero a la autoría de los contenidos del *Diario...*, que Berlandier parece haber realizado por su cuenta durante tres años y nueve meses. No obstante, el *Diario...* se publicó con el encabezamiento de Mier y Terán y la firma de Berlandier y Chovel en segundo plano. De manera que parece haber sido una expedición en la que el *actor* principal -Mier y Terán- desapareció inexplicablemente de la escena -el texto-, pero no de la *atribución* original. Aunque con el tiempo, el Director de la Comisión salió de la bibliografía científica y un nuevo juicio de *atribución* consignó el *Diario* a Berlandier y Chovell.²⁵⁶

Las discrepancias, lagunas y descuidos que he enumerado, así como las incógnitas apuntadas, sólo pueden explicarse por los conflictos entre los **intereses** de las diferentes redes que afloraron durante la expedición: En primer término habría que aludir a los **intereses** de las redes políticas en

²⁵⁴ Las omisiones relativas a las encomiendas militares y políticas de Mier y Terán, así como la misteriosa "desaparición" de sus notas, despiertan mi suspicacia. Podría conjeturarse que el *Diario* original hubiera sido objeto de una prolija "rasurada" de parte de aquéllos que pudieran haber visto afectados sus **intereses**, con la publicación de detalles "inconvenientes".

²⁵⁵ Ambos firmaron la parte del *Diario* que abarca del 10 de noviembre de 1827 al 1º de marzo de 1828. El resto, hasta el 18 de diciembre de 1831 está firmado sólo por Berlandier.

²⁵⁶ Sólo en algunas clasificaciones de biblioteca el *Diario...* se consigna bajo la rúbrica de Mier y Terán.

pugna, que se insinúan en el nombramiento de Mier y Terán. En segundo lugar estarían los **intereses** explícitos e implícitos del gobierno norteamericano, los colonos tejanos y las empresas de colonización -entre ellas la de Lorenzo de Zavala-, que obstaculizaron el *ciclo de acumulación*. Por último habría que reconocer los **intereses** "científicos" de Alamán y Berlandier, por mencionar los más obvios, cuya *traducción* se expresó en el mero alistamiento del último en una expedición "de límites".²⁵⁷

De acuerdo con lo anterior, podría decirse que los contenidos cognitivos del *Diario* resultan de la *conversión* de los factores materiales, sociales y culturales -que se expresan en los **intereses** de las redes-, en elementos del dominio científico. Y para probarlo, basta citar a Orozco y Berra cuando se refiere a los contenidos del *Diario* diciendo que "lo cierto es que tales límites no hubo", y que sus logros se redujeron al reconocimiento territorial de los "desconocidos estados de la frontera".²⁵⁸ Aunque cualquier naturalista (geólogo o botánico) se sublevaría ante tal caracterización, como se explicó.

En lo que concierne al *destino* de la totalidad de los *hechos*, lo menos que puede decirse es que fue incierto, pues una fuente reporta que Berlandier habría "depositado" sus manuscritos en el Instituto Smithsonian de Washington; otra, que sus colecciones "fueron enviadas [al Real Jardín Botánico Inglés de] Kew"; y una más registra la existencia de manuscritos en el Gray Herbarium de Harvard (1826).²⁵⁹ En cuanto a sus

²⁵⁷ Aquí me refiero a los **intereses** del Alamán que enviaba especímenes y colecciones a de Candolle, aunque podría agregar los **intereses** del empresario minero. Los intereses científicos de Berlandier se hacen particularmente patentes en los apéndices sobre Tamaulipas (Zoología, Ornitología, Reptiles y Botánica), que firmó (v. Berlandier y Chovell, *Diario...*, p. 283-298).

²⁵⁸ Orozco y Berra, *op. cit.*, p. 359.

²⁵⁹ Respecto a los manuscritos que se encuentran en Norteamérica, v. *Catalogue of the Berlandier manuscripts deposited in the Smithsonian Institution*, Folger & Turner, New York, 1853, 8p. A las colecciones del Kew Garden se refiere, de Gortari, E., *La ciencia en la historia de México*, p. 322. En cuanto al acervo de Oxford, se trata de una anotación de Langman, en la que también se alude a los especímenes que se publicaron en el *Prodomus* de los de Candolle (v. Langman, I., *A selected Guide to the Literature on the Flowering Plants of Mexico*, University p. 131-32).

"aportaciones" al *patrimonio* de la geología de México, Aguilar reporta unas "breves noticias de la naturaleza del suelo de los puntos recorridos".²⁶⁰

No obstante la sequedad del bibliógrafo, es preciso recobrar el espíritu totalizante con que se caracterizó la expedición, y reconocer que la pluralidad de sus contenidos fue *validada* por la comunidad científica, por la variedad y amplitud de *conocimientos* que aportó sobre la ignota región.

Por ello, podría señalarse que una vez integrado al *patrimonio*, el *Diario de viage de la Comisión de Límites* se transformó en un *artefacto* indispensable para las expediciones ulteriores.²⁶¹ Parafraseando a Latour, se podría argumentar que gracias a esta obra, los sucesivos exploradores del norte llegaron al terreno mejor preparados, pues conocían de antemano la tierra virgen que Berlandier y Chovel volvieron predecible. (Incluyo desde luego, tanto a los nacionales como a los extranjeros.)

Aquí cabe añadir un comentario sobre el relativo éxito de la Comisión para alcanzar las metas que se les asignaron. Desde luego, el comentario concierne a los conflictos entre las redes políticas, pero me gustaría expresarlo siguiendo a Fernando Escalante:

En su obra *Ciudadanos imaginarios*, el autor explica que en aquellos años el Estado carecía de un dominio efectivo que le permitiera imponer la legalidad formal sobre las múltiples organizaciones regionales y corporativas, que subsistían desde el derrumbe del régimen colonial.²⁶² Y tampoco tenía la capacidad de integrar en sus incipientes proyectos a los grupos capacitados para llevarlos a efecto, porque carecía de la estructura institucional que los podría encauzar.

²⁶⁰ Berlandier es mejor conocido por su trabajo como botánico, aunque también escribió sobre la hidrografía y el clima de México. (Aguilar y Santillán, *BG.*, p. 22)

²⁶¹ Para Latour, objetos tan disímolos como los datos, los instrumentos, los mapas, los artículos científicos o los barcos que conducen las expediciones, se *traducen* en *artefactos* para producir nuevos hechos. (Latour, *Ciencia en acción...*, p. 207-208)

²⁶² v. Escalante, F., *Ciudadanos imaginarios...*, p. 102-118.

Por ello, el conocimiento del territorio que algunos gobiernos del interior habían venido realizando mientras se efectuaban los estudios de las comisiones federales, permanecían dispersos o inéditos, en compañía de las investigaciones de los científicos *amateurs* que se desperdigaban en publicaciones locales y en manuscritos inéditos.

Mientras tanto, en la capital se evidenciaba la urgencia de contar con estudios de carácter general que sirvieran como fundamento para la centralización del poder, la organización de la República y la planeación a largo plazo.

La respuesta se avizoró en el proyecto de fundar una institución paragubernamental, dependiente del Ministerio del Interior, con los objetivos de construir la Carta de la República –*artefacto* indispensable para el desarrollo de la geología- y levantar la Estadística Nacional. Así surgió el Instituto Mexicano de Geografía y Estadística, al que me he venido refiriendo, en donde se agrupó la comunidad científica e intelectual del país a partir de 1833.²⁶³

De acuerdo con las investigaciones de María Lozano, la SMGE se integró con "hombres versados en diferentes áreas del conocimiento científico y humanista. Hubo estudiosos de temas tan variados como cartografía, geografía, botánica, geología, matemáticas, física, agrimensura, geodesia, literatura, historia y filología".²⁶⁴ De ahí que desde su fundación se promoviera el estudio de los diferentes tópicos que integrarían el *patrimonio* geológico, que luego circularon a través de su *Boletín*, del que me ocuparé en el siguiente apartado.

²⁶³ El *Instituto* cambió dos veces de denominación, como se verá, y adquirió su nombre actual en 1850. Por comodidad, continuaré con la tradición de sustituir sus pasajeras denominaciones, por la última [*Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (SMGE)*].

²⁶⁴ La *SMGE* se dividió en 4 secciones: geografía; estadística; observaciones astronómicas y meteorológicas; y adquisiciones materiales. (v. Lozano, M., "El *Instituto Nacional de Geografía y Estadística* y su sucesora la *Comisión de Estadística Militar*", p. 187-233)

Entretanto, baste concluir que la SMGE se constituyó en un nuevo centro de acopio, que tendió sus redes hacia los estudiosos del interior de la República y del extranjero y estimuló los intercambios que impulsaron el desarrollo de la disciplina.²⁶⁵ Al mismo tiempo, el *Boletín* operaría como un *artefacto* entre cuyas funciones descollaban, la expresión del *ethos* de la comunidad y la *validación* de los *hechos* que se integraban al *patrimonio*.

Significativamente, el mismo año que se creó la SMGE, Gómez Farías instrumentó una política educativa que manifestaba la relevancia del conocimiento científico y la educación de los ciudadanos para la orientación "del buen gobierno y el progreso material del país". Esta política incluía la modificación del sistema organizativo de la educación superior y contemplaba la difusión del saber y "de los deberes sociales, a través de museos, conservatorios de artes y bibliotecas públicas".

Respecto al primer punto, se dictó una *Ley de Instrucción Pública* en donde los ideólogos que la formularon, expresaron el papel estratégico que asignaría a la ciencia en el pensamiento liberal, y que por lo pronto modificaría el sistema de educación superior:

En lugar de la Universidad, la *Ley* instauró seis *Establecimientos* de educación superior, en donde se enseñarían "todas las ciencias", de acuerdo "con las necesidades determinadas por el nuevo estado social".²⁶⁶ El Tercero fue el de Ciencias Físicas y Matemáticas, al que se incorporaron los estudios que se llevaban a cabo en el Colegio de Minería, que sucedió al antiguo Seminario (1792-1821). Además de la reconfiguración del sistema organizativo, la reforma atendió la actualización de los planes de estudio, en la que habría participado la comunidad científica.²⁶⁷

²⁶⁵ La SMGE mantuvo intercambios de publicaciones con todas las sociedades de geografía del mundo en el siglo XIX.

²⁶⁶ Los entreconillados previos están tomados de Mora, J. M., "El retroceso, el progreso y el gobierno de Gómez Farías", en Arnaiz y Freg, A., *Obras Sueltas de José María Luis Mora...*, p. 54-57.

²⁶⁷ Respecto a la presumible colaboración de los científicos en el diseño de la Reforma y de los planes de estudio, sería preciso efectuar una investigación aparte.

En este punto cabe abrir un paréntesis para advertir que Andrés Manuel del Río acababa de publicar sus *Elementos de Orictognosia, o del conocimiento de los fósiles, según el sistema de Berzelio; y según los principios de Abraham Göttlob Werner, con la sinonimia inglesa, alemana y francesa, para uso del Seminario Nacional de Minería* (1832).²⁶⁸

La advertencia es pertinente porque se trataba de la segunda edición de su *Orictognosia* de 1805, que el autor había actualizado durante su estancia en los Estados Unidos (1829-1835), en la que tuvo la oportunidad de relacionarse con los científicos de Filadelfia, Boston y Washington.²⁶⁹

Eran los años en que las expediciones naturalistas norteamericanas acumulaban datos que conducirían a la consolidación de los geólogos como el "grupo profesional mejor organizado" entre los científicos de aquel país.²⁷⁰ Entre aquellas expediciones se incluía el proyecto de intensificar la exploración hacia el oeste del Mississippi, que sería particularmente importante para el futuro de México. En los medios académicos, por otra parte, comenzaban a circular las noticias de la publicación de los *Principios de Geología de Lyell* (1830).²⁷¹

En este ambiente, la presencia de Andrés Manuel del Río en Norteamérica habría enriquecido tanto a los geólogos de ese país, como a los científicos mexicanos. Pues como lo prueba el título de su nueva *Orictognosia*, del Río no había roto los vínculos que mantuviera con sus colegas y discípulos como catedrático de Minería, ni había menoscabado su lealtad a Werner en el plano teórico.

²⁶⁸ Dice de Cserna que del Río incluyó descripciones breves de los distritos mineros principales de México que Burkart estudió. Bargalló destaca la inclusión del sistema mineral de Berzelius -novedad científica en el mundo-, porque promovió el "trabajo práctico quimicominalógico". (v. De Cserna, p. 7; Bargalló, "La obra científica de Andrés Manuel del Río...", p. 26-27; v.t. Bargalló, *La minería y la metalurgia...*, p. 331)

²⁶⁹ Del Río salió de México cuando se promulgó la ley que expulsaba a todos los españoles. El director de Minería fue uno de los exentos de la "ley del caso", pero emigró por solidaridad con sus compatriotas.

²⁷⁰ Dupree, H., *Science in the Federal Government*, p. 46.

²⁷¹ Lyell realizaría un viaje a los Estados Unidos en 1841-1842, con el objeto de dictar conferencias sobre su teoría en los mismos centros científicos en los que estuvo del Río.

De modo que su temporal exilio político, sirvió para que los estudios del territorio mexicano -y la información sobre su potencial riqueza- se integraran al *patrimonio* científico de los Estados Unidos, al tiempo que se materializaba un nuevo despliegue de las redes científicas desde México. Esta vez, mediante el incremento de los intercambios científicos hacia los pujantes centros de acopio norteamericanos.

De acuerdo con lo anterior, la difusión de los adelantos científicos entre las redes habría influido en el diseño de la reforma educativa de 1833, que incluía -como dije- novedades importantes para el devenir de la formación científico-técnica de México. En el caso de las ciencias de la Tierra, éstas tuvieron repercusiones de fondo: la arcaica orictognosia se borró del plan de estudios del Tercer Establecimiento y en su lugar apareció la geología.²⁷²

La demarcación de la geología dentro del horizonte cultural fue definitiva, pues no obstante el pronto restablecimiento del viejo orden educativo, los sucesivos planes de estudio del Colegio conservaron la designación de la asignatura. Pero su autonomía de la práctica minera tendría aún que esperar.

²⁷² Dublán y Lozano, vol. 2, octubre 26 de 1833, documento 1268.

2

La geología en los colegios y en los proyectos nacionales e intervencionistas (1834-1867)

Para la historia general de las ciencias, el período que voy a abordar representa la legitimación de la geología como disciplina académica, independientemente de su reconocido valor práctico y económico.

Su emergencia dentro del horizonte cultural presuponía la consumación de los acuerdos sociales y epistemológicos que *institucionalizaron* la demarcación de sus fronteras y modelaron su *ethos* específico. Todo ello, como producto de un proceso que se desarrolló a partir de la cuarta década del siglo XIX y comprendió los siguientes hechos: La *validación* "universal" de la teoría geológica de Lyell y la puesta en marcha de un proyecto de geología histórica de dimensiones internacionales;²⁷³ el establecimiento de métodos canónicos para el trabajo de campo; la conformación de comisiones nacionales de exploración geológica en diversas regiones del mundo y el establecimiento de cátedras de *geología* en las instituciones de educación superior.²⁷⁴

En este punto, vale la pena abrir un paréntesis para incluir un breve resumen del devenir de la *práctica* y de las instituciones en las metrópolis:

Las comisiones de exploración geológica tuvieron su origen en Gran Bretaña, en cuya Ordnance Survey (fundada en 1791) se nombró un *mineralogical and geological surveyor* para estudiar el efecto de las anomalías de orden topográfico (1814). En 1826 se le encargó la

²⁷³ La adopción de la teoría geológica de Lyell significa el reconocimiento por parte de los geólogos de que el presente es la llave para comprender el pasado. A partir de este momento se establecen las bases de un programa para el desarrollo de la nueva disciplina: la observación detallada de los procesos geológicos actuales y su explicación en términos de las teorías científicas aceptadas (física y química).

²⁷⁴ En las universidades europeas, como dije, el catedrático tenía garantizada la disponibilidad de laboratorios, instrumentos, bibliografía y tiempo para la investigación.

preparación de un mapa geológico de Escocia, cuya materialización sirvió para que se creara una Comisión Geológica (Geological Survey) independiente de la Ordnance Survey.

Los franceses, por su parte, construyeron su mapa geológico nacional en los años de 1825 a 1840, mientras que los norteamericanos -que habían dado a la imprenta el primer mapa geológico del Este en 1817-, creaban las comisiones estatales de exploración en los años treinta. Las comisiones “geológicas” se multiplicaron a lo largo de la década, impulsadas por las necesidades de la industrialización, que exigían la búsqueda de combustibles (petróleo y carbón) y minerales industriales (hierro).

Este enfoque prevaleció durante la exploración al oeste del Mississippi, a la que me he venido refiriendo, y dejó su huella en el *patrimonio* de las ciencias de la Tierra. Pues, como advierte Tinkler, una vez establecida la U. S. Geological Survey (1879), se subordinó el desarrollo de la topografía a las necesidades de la exploración geológica.²⁷⁵

La práctica de la geología comenzó a normarse mediante la redacción de instructivos y la generalización de procedimientos para la investigación de campo y el uso de instrumentos. De acuerdo con Tinkler, las técnicas de campo que se usaron a partir de 1800, "se desarrollaron en respuesta a los problemas que enfrentaban los geólogos en el terreno" por las limitaciones de la tecnología disponible. Su paulatino perfeccionamiento, mejoró la calidad intrínseca de la investigación y "estableció una fórmula para medir la confiabilidad de la literatura asociada", a través del examen de las técnicas y herramientas utilizadas.

Al mediar la centuria, añade el autor, estos últimos se habían vuelto rutinarios. Un ejemplo de ello fue la publicación del *Manual of Scientific Enquiry: Prepared for the use of Her Majesty's Navy, and adapted to*

²⁷⁵ Tinkler, *A short history...*, p. 72.

Travellers in general, que publicó el Almirantazgo Británico en 1850, con la colaboración de especialistas en cada disciplina.²⁷⁶

La sección de geología estuvo a cargo de Charles Darwin, quien “describió el uso del compás, el clinómetro y el barómetro de montaña y sugirió el empleo de ‘un nivel portátil’ para determinar altos y bajos en el relieve de playas y terrazas...”²⁷⁷

Un *artefacto* indispensable eran los mapas, en donde idealmente se trazarían los datos del terreno. Pero su lenta construcción indujo la organización de expediciones específicas en las que se recogerían simultáneamente los datos para la cartografía y los relacionados con el examen del contexto geológico.²⁷⁸

Este era precisamente el caso de México, donde la *práctica* de la geología continuaba atada a la exploración mineralógica y geográfica. Aunque la demarcación de sus fronteras conceptuales comenzaba a apreciarse con el cambio de denominación de la asignatura que mencioné en el apartado anterior y se reforzaría con la aparición del *Manual de Geología* de Andrés Manuel del Río en 1841.²⁷⁹ Su consolidación, en cambio, tendría que aguardar la entrada en escena de Antonio del Castillo (1820-1895), quien empezó a enseñar y *practicar* la geología de Lyell en la cátedra de geología y mineralogía, que ocupó después del deceso del viejo catedrático en 1849.

La *práctica* de la "geología" de la segunda mitad del siglo XIX, en este sentido, se enriqueció con los trabajos realizados por profesores, estudiantes y egresados de los colegios de enseñanza superior.²⁸⁰ Al tiempo

²⁷⁶ Tinkler, *A short history...*, p. 75.

²⁷⁷ Tinkler, *A short history...*, p. 74

²⁷⁸ Para el registro del paisaje, como indiqué, se apoyaron en pintores y dibujantes, cuyos bocetos después se imprimirían profesionalmente –como grabados y litografías– hasta que se generalizó el uso de la fotografía en la última década del siglo (Tinkler, *A short history...*, p. 74).

²⁷⁹ Río, Andrés M. del, *Manual de geología extractado de la Lethaea geognóstica de Bronn con los animales y vegetales perdidos o que ya no existen, más característicos de cada roca, y con algunas aplicaciones a los criaderos de esta República para uso del Colegio Nacional de Minería.*

²⁸⁰ Incluyo aquí a la Escuela de Agricultura (1853), que mencioné.

que continuaba desarrollándose a través de las expediciones de viajeros e inmigrantes, a los que se sumaron las nuevas comisiones gubernamentales.

Las novedades en la *práctica* de este período, no obstante, provinieron de las dolorosas experiencias intervencionistas que tuvieron su *traducción* "científica" en los estudios de la frontera que efectuaron mexicanos y norteamericanos al término de la Guerra de 1847; así como en los que se realizaron con los franceses durante el Imperio de Maximiliano (1864-1867).

Esta última apreciación no coincide con la historiografía de la geología de México que se ha venido examinando. Pues como se ha mostrado, ésta se limita a consignar las "aportaciones" que hicieron los exploradores foráneos al estudio del contexto geológico del país durante estos años.

Desde el enfoque analítico que orienta esta investigación, en cambio, el papel de los viajeros se interpreta a partir de la interacción entre las redes y los **intereses** que modelaron la *práctica* y *validaron* los *hechos* que se integraron al patrimonio.

Una de las expediciones que ilumina tales concatenaciones fue la de Henri de Galeotti (1835-1840),²⁸¹ que partió de Hamburgo con el objetivo de coleccionar materiales botánicos para Vandermalen. (Este dato aislado establece de entrada el **interés** de redes aparentemente desvinculadas del estudio de la geología.)

Se sabe poco de los pormenores del viaje, aunque puede afirmarse que dentro de la partida venía el naturalista belga Henri Nyst, del que sólo quedaron noticias por los trabajos que firmó con Galeotti. Asimismo, los resultados de la expedición revelan que no obstante el objetivo indicado, los viajeros efectuaron investigaciones de amplio espectro, que en el caso

²⁸¹ Henri Guillaume Galeotti (1814-1858) nació en Versalles, Francia y murió en Bruselas donde dirigió el Jardín Botánico desde 1840.

de las ciencias de la Tierra los llevó a recibir el crédito de haber "iniciado los estudios de geología histórica" en México.²⁸²

La expedición partió del puerto de Veracruz hacia Jalapa; se desplazó al poniente pasando por Zimapán y la ciudad de México, para recorrer los alrededores de Morelia y Guadalajara hasta el puerto de San Blas; se extendió hacia el centro por Aguascalientes, San Luis Potosí y Guanajuato, e incluyó Oaxaca y las Mixtecas.

Asimismo, Galeotti se propuso seguir los pasos de los "alpinistas" de su tiempo, escalando las cimas más altas del país. Aquí conviene anotar que en aquellos años estaban en curso las controversias sobre el papel de las glaciaciones en la configuración geológica y los exploradores estaban particularmente interesados en conocer los datos sobre los glaciares existentes y las regiones circundantes para probar la hipótesis de la glaciación. Una fuente reporta que ascendió al Popocatepetl, al Iztaccíhuatl, al Pico de Orizaba y al Nevado de Toluca, aunque Aguilar sólo registra la exploración del Pico de Orizaba y el ascenso al Cofre de Perote.

A lo largo de sus travesías, Galeotti fue conformando voluminosas colecciones naturalistas, al tiempo que publicaba sus estudios geológicos en el *Bulletin de l'Académie Royal des Sciences de Belgique*. El primero de ellos fue un estudio del Cofre de Perote (1837) y el segundo la "Noticia geológica de los alrededores de San José del Oro" (1838). En ambos se incluyen observaciones estratigráficas y paleontológicas, que les permitieron establecer relaciones con las formaciones sedimentarias europeas -apoyados en el análisis de los fósiles que recogieron. El primer trabajo se publicó con "un corte que muestra la estratigrafía de la región" y el segundo se completó con una "carta geognóstica" del derrotero de Zimapán a México. Además, la bibliografía registra el "Coup d'Oeil sur la

²⁸² Los datos biográficos provienen de *Porrúa*, vol. 4; Aguilera, *Reseña del desarrollo de la geología...*, p. 86; Ordóñez, *El Instituto de Geología*, p. 4

Laguna de Chapala, avec des Notes Géognostiques" (1839) y una "Notice Géognostique sur les Mines d'Alun de la Barranca de Toliman au Mexique" (1836).²⁸³

En cuanto a la *validación* de sus investigaciones, valga recurrir a sus estudiosos:

En 1864, los miembros de la *Commission Scientifique du Mexique* se refirieron a los estudios de Galeotti que les servirían de base para su propia expedición. El zoólogo Léon Louis Vaillant cita los estudios de "los enormes conos volcánicos del Popocatepetl, el Jorullo, Uruapam, etc., que incluyeron el sondeo de los cráteres y el levantamiento de su topografía"; y enfatiza el interés del "voluminoso contingente de observaciones relativas a la geografía física, la meteorología, la estadística y la etnología."²⁸⁴ El geólogo Charles Sainte-Claire Deville por su parte, destacó sus trabajos sobre "el reconocimiento de la riqueza en fósiles calcáreos paleozoicos de Zimapán; y la identificación del calcáreo cretácico (¿jurásico? [sic]) compacto de Tehuacán".²⁸⁵

Para Aguilera (1905), los trabajos de Nyst y Galeotti "se pueden reputar como los primeros geológico-paleontológicos *serios y de valor científico*, pues antes de ellos sólo se habían publicado trabajos geognósticos o descriptivos. Ellos dan a conocer por primera vez el Cretáceo de cerca de Xalapa, Veracruz, y se aproximan en la determinación de la edad de las pizarras de Tehuacán."²⁸⁶ De Cserna coincide con esta

²⁸³ Aguilera registra un total de 6 trabajos, a los que se sumaría el último trabajo, citado en Langman. (Aguilera, *Reseña del desarrollo de la geología...*, p. 86 y 164; Langman, *A selected guide...*, p. 297-298)

²⁸⁴ Léon Louis Vaillant (1840-1914), zoólogo del Museo de Historia Natural de Francia; escribió diversas obras sobre historia natural. Fue miembro de la *Commission Scientifique du Mexique*, encargado del diseño las instrucciones de la exploración zoológica de México, de donde se tomó la cita. ("Zoologie", Archives, t. I, p. 34)

²⁸⁵ Charles Sainte-Claire Deville (1814-1876), miembro del Instituto de Francia. Fundador de *l'observatoire de Montsouris*, del que fue el primer director. Estudió las propiedades del azufre y creó una teoría sobre los volcanes. Miembro de *l'Academie des Sciences* (1857). Escribió las instrucciones geológicas de la *Commission Scientifique*. (v. "Géologie...", Archives, t. I, p. 39)

²⁸⁶ El primer estudio aparece firmado por Galeotti y el segundo en coautoría con Nyst. De acuerdo con Aguilera, creyeron haber encontrado fósiles de la caliza jurásica de Tehuacán, que luego d'Orbigny situó

apreciación y agrega que los exploradores estudiaron "algunas formaciones marinas fosilíferas".²⁸⁷

Aquí cabe introducir una nota sugerente relativa a los juicios de *atribución* que se efectuaron a lo largo de los años: Como indiqué, Nyst y Galeotti aparecen en todas las historias de la geología de México y en las bibliografías locales del siglo XIX. Pero Nyst no se encuentra en las metropolitanas -si nos atenemos a las referencias de los franceses que cité y a los recientes registros de Sarjeant. Esta omisión parecería indicar que en Europa, el francés absorbió la *atribución* del belga -deslealtad involuntaria pero común entre los científicos que ocuparon cargos de importancia como Galeotti.

Su ascenso de explorador a funcionario, fue el corolario directo de sus investigaciones en México. Pues cuando regresó a Bélgica en 1840 con las espléndidas colecciones que había reunido, se le gratificó con el nombramiento de Director del Jardín Botánico de Bruselas, en donde se ocuparía de disponer su ordenamiento y clasificación. Poco después se hizo miembro de número de la *Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux Arts de Belgique*, y seguramente compartió la distinción de los funcionarios de su rango que eran afiliados como honorarios por las principales sociedades científicas de la época.

La prominencia de Galeotti en las redes científicas europeas facilitó la difusión de sus trabajos en los medios más reconocidos de su tiempo.²⁸⁸ De esta manera, su nombre figuró de manera más preeminente que el de su compañero y coautor.

En lo que nos toca, Galeotti tuvo el mérito de incorporar a México en el proyecto internacional de geología histórica, y de trasladar su naturaleza

en el cretácico. [Aguilera, p. 55-56.; Aguilar y Santillán, *BG*, p. 86 y 164. (Las cursivas *serias* y *científicas* son mías.)]

²⁸⁷ De Cserna, "La evolución de la geología..." p. 8.

²⁸⁸ Por ejemplo, en 1839 publicó un estudio sobre las calizas cretácicas de México en el *Bulletin de la Société de Géologie de France*. (Aguilar y Santillán, *BG*, p. 86)

a los centros de acopio metropolitanos en donde se integraron al *patrimonio "universal"* de la geología.²⁸⁹

Mientras en Bélgica se "descubría" la geología de la región que explorara Galeotti, en México se había retomado el proyecto del Istmo de Tehuantepec, en un lance empresarial del Ing. José de Garay en el que participarían los ingenieros de Minería.

De Garay había firmado un contrato con Santa Anna (1842) que le otorgaba "la concesión y privilegio exclusivo por 50 años, para el tránsito de personas y mercancías a través de una vía que debía construir en el istmo de Tehuantepec".²⁹⁰ El mismo año se organizó una comisión exploradora, dirigida por Cayetano Moro, a quien acompañaron los ingenieros Teodoro de la Trouplinière (que sería inmediatamente sustituido por Manuel Robles Pezuela) y José González y Robles.

La expedición salió de México el 30 de abril de 1842; llegó a Tehuantepec el 28 de mayo y dio por concluidos sus trabajos el 25 de marzo de 1843. Un año después salía a la luz en Londres, el *Reconocimiento del istmo de Tehuantepec, practicado en los años..., con el objeto de una comunicación interoceánica...*, en el que se incluía "el mapa general del Istmo, el del curso del Coatzacoalcos [y] el geológico de la parte austral del terreno..."²⁹¹

Para dar cuenta de los **intereses** que guiaron la expedición, conviene partir de la caracterización de Orozco y Berra, quien afirmó:

Si la exploración de Moro y de Robles fue útil para la ciencia, la concesión hecha a Garay fue para México un semillero de

²⁸⁹ Y de la botánica, desde luego.

²⁹⁰ Tenía también derecho de posesión sobre cualquier terreno baldío a 10 leguas de distancia de cada lado de la vía y a 100 leguas en caso de promover colonización. (v. "Presentación", s/a, en Brasseur, Ch., *Viaje por el istmo de Tehuantepec*, p. 9)

²⁹¹ Garay, José de, 1844. *Reconocimiento del istmo de Tehuantepec, practicado en los años 1842 y 1843, con el objeto de una comunicación interoceánica, por la Comisión científica que nombró al efecto el empresario Don...*, (Datos de Orozco y Berra, *Apuntes para la historia...*, p. 381-382; v. t. Aguilar y Santillán, *BG*, p. 88)

contestaciones y de disgustos, que han sido la causa eficiente de que hasta hoy no haya sido posible la comunicación por el istmo.²⁹²

En este punto cabría agregar que Orozco *validó* los resultados de la expedición para el *patrimonio* "de la geografía", ya que Robles Pezuela efectuó observaciones astronómicas y triangulaciones para las cartas; reconocimientos exhaustivos de la región y minuciosos registros del terreno montañoso para precisar el origen de los ríos y el curso del Coatzacoalcos.

Una fuente consigna que el estudio y la carta geológicos fueron obra de Andrés Manuel del Río y Robles Pezuela,²⁹³ participación que representaría la nítida *traducción* de los **intereses** científicos del catedrático, en los **intereses** económicos de Garay y los **intereses** políticos de Santa Anna.

Pero como es bien sabido, la *traducción* no paró ahí, porque aquellos **intereses** inmediatamente comenzaron a mutar para *traducirse* en los **intereses** comerciales de un empresario inglés (c. 1844); en los **intereses** hegemónicos de los Estados Unidos (1847); en los **intereses** empresariales de un inversionista de Nueva Orleans (1852); en los **intereses** políticos de Mac Lane y Ocampo (1859); en los **intereses** expansionistas de los franceses (1864) y un largo etcétera hasta el momento presente.

De cara a los **intereses** de tantas y tan diversas redes, podría parecer exiguo lo que se puede decir de los trabajos científicos de la Comisión de Moro. Pero su valor no lo fue, ya que la precisión de los mapas y los datos sobre la geografía y el contexto geológico de la región que aportó, fueron *validados* y perfeccionados por los sucesivos exploradores. En particular, el ingeniero Jay J. Williams, que hizo el estudio para el ferrocarril

²⁹² Orozco y Berra, *Apuntes para la historia...*, p. 382.

²⁹³ Trabulse señala que se publicó como una memoria de *El Ateneo Mexicano* en 1844. (Trabulse, *La ciencia en México*, vol. I, p. 192)

interoceánico (1852);²⁹⁴ el Comandante Bedford Pim, quien incorporó los *hechos* de Garay en su obra *The Gate of the Pacific* (Londres, 1863); los franceses del II Imperio que consignan la importancia de la obra y el valor de los mapas.²⁹⁵

Acerca del destino de los *hechos* (datos y colecciones), casi es ocioso apuntar que se habrían dispersado en los centros de acopio de las redes localizadas en cuatro países -empresas ferroviarias, constructoras, colonizadoras; archivos gubernamentales; libros, revistas, museos y academias científicas.²⁹⁶

Curiosamente, entre los geólogos mexicanos el mapa de la Comisión pasó al *patrimonio* de su historia cuando Trabulse *atribuyó* el reconocimiento geológico y la carta a Robles Pezuela y del Río. Luego de Cserna recogió el dato y agregó que "el mapa en sí, parece haber sido el primer mapa geológico regional a colores que se publicó en México". No obstante hay que advertir que ninguna otra fuente consigna tal *atribución*.²⁹⁷

Independientemente de los juicios de *atribución*, lo cierto es que las expediciones del gobierno y de los empresarios estaban integrando a los egresados del Colegio de Minería. El comentario es importante, porque advierte sobre el substancial incremento de las capacidades científico-técnicas de México, en un período histórico particularmente difícil. El

²⁹⁴ Williams era el ingeniero en jefe de la compañía del ferrocarril de Tehuantepec, que dirigiera J. C. Barnard en diferentes momentos (1852, 1866 y 1870). Las sucesivas concesiones se relacionan con los conflictos políticos que truncaron el *ciclo de acumulación* en varias ocasiones.

²⁹⁵ Vivien de Saint Martin prefiere el trabajo de Garay al de Pim, e incorpora los datos de las expediciones que le siguieron. También habría que incluir aquí la exploración que encabezó Fernández Leal en los años 70, que detallaré después. (v. Vivien de Saint Martin, "Rapport sur l'état de la géographie...", p. 264)

²⁹⁶ Desde luego no fueron sólo cuatro, si se atiende a las publicaciones de las redes de aquellos países. Para muestra basta un botón: los trabajos de Galeotti se incluyeron en los "Reports on the progress of geographical botany" de August Grisebach, publicados por Hensley "en los *Reports and papers on botany* para la Ray Society de Londres". (v. Langman, *A selected guide...*, p. 337)

²⁹⁷ Me refiero a Ramírez, "Biografía de Andrés Manuel del Río..." y *Datos para la historia del Colegio de Minería*; Crespo, *México. Industria Minera. Estudio de su evolución*; Aguilera, *Reseña del desarrollo de la geología en México*; Ordóñez, *El Instituto de Geología. Datos Históricos*; Bargalló, M., *La minería y la metalurgia en la América Española...* y "Andrés Manuel del Río... (Su labor geológica, mineralógica y minerometalúrgica)"; de Cserna, *La evolución de la geología en México*, p. 6.

crédito desde luego, es de los profesores de Minería, que nuevamente contaban con el apoyo de Andrés Manuel del Río, al que ahora se sumaban los lazos con las redes internacionales que había establecido.

Asimismo, el Instituto Mexicano de Geografía y Estadística continuaba empeñado en la ejecución de la Carta de la República, mientras acusaba los golpes de las disputas políticas y los cambios ministeriales, que afectaban su minúsculo presupuesto. Prueba de ello fueron los trabajos de los socios que se fueron acumulando en espera de los recursos para darlos a la imprenta. Uno de éstos fue el "Corte geológico en el mineral de Fresnillo, octubre de 1849" de Miguel Velázquez de León, que salió a la luz en 1861.²⁹⁸

Otros autores -tal vez menos pacientes- publicaron trabajos de importancia en otros medios: Antonio del Castillo, por ejemplo, se dio a la tarea de traducir y publicar extractos de la obra de Saint Clair Duport en el *Museo Mexicano* en 1844.²⁹⁹ Y al año siguiente dio a la imprenta su estudio sobre un "reconocimiento de los criaderos y minas de azogue" en diversos puntos del país, que le habría encomendado la Dirección de la Junta de Fomento y Administrativa de Minería.³⁰⁰

Pero en aquellos años el **interés** por el progreso científico palidecía frente a los conflictos internacionales, aunque como indiqué, las guerras intervencionistas no dejaron de contribuir al *patrimonio* de las ciencias:

Cronológicamente, el conflicto con los Estados Unidos iniciaría con la independencia de Tejas en 1836 y culminaría una década más tarde con la firma de los Tratados de Guadalupe-Hidalgo en 1848.³⁰¹ Desde el primer

²⁹⁸ Velázquez de León, Miguel, 1861. "Corte geológico en el mineral de Fresnillo, octubre de 1849", *BSMGE*, 1ª época, tomo I, 1861, p. 244-249.

²⁹⁹ Referencia de Aguilar: *Museo Mexicano*, 1844, vol. 3, p. 116-119, 241-246, 481-483; vol. 4, p. 49-53 (v. Aguilar y Santillán, *BG*, p. 214)

³⁰⁰ Contiene estudios de los criaderos localizados en los Departamentos de México, Jalisco, Guanajuato y Zacatecas. Incluye las Ordenanzas de Minas y referencias sobre explotación y beneficio. (v. Aguilar y Santillán, *BG*, p. 43)

³⁰¹ Tejas resolvió su autonomía el 7 de noviembre de 1835; declaró su independencia en marzo de 1836; y derrotó a las tropas santanistas en mayo. Fue reconocida como república independiente por el senado

momento, la amenaza de la guerra dio lugar a la transformación del Instituto de Geografía y Estadística en una Comisión de Estadística Militar en 1839, que sin descuidar los objetivos originales del organismo, estaría ahora a cargo del ejército y encargada de "obtener los datos [para] conocer los medios de defensa y ofensa con que contamos para salir bien de una guerra extranjera..."³⁰² La Comisión se dividió en dos secciones, una de Estadística y otra de Geografía -en donde quedaron acotados los estudios geológicos-, y a los científicos más destacados del país se les concedió rango militar para poder integrarlos a las urgentes tareas.

Poco pudieron adelantar los trabajos científicos de la Comisión de Estadística Militar, ya que se interrumpieron en el momento en que Estados Unidos declaró la guerra a México. Y peor aún, cuando se firmó el *Tratado de Paz de Guadalupe-Hidalgo*, el 2 de febrero de 1848, la pérdida territorial había echado por la borda los avances de la Carta de la República.³⁰³

Pero el *patrimonio* científico que, como dije, se beneficia de las fuentes más insospechadas, se incrementaría a partir de la conformación de sendas Comisiones de Límites para efectuar los trabajos de delimitación en el terreno (1849-1855).

De acuerdo con un estudio realizado por Tamayo,³⁰⁴ aunque la *Comisión* mexicana se concretó a realizar estudios astronómicos y topográficos, sus informes y cartas contienen notas sobre la configuración del terreno, "los cursos de los ríos, los arroyos y pantanos notables, así

norteamericano el 1º de marzo de 1837. El 12 de abril de 1844, la República de Tejas decidió su anexión a los Estados Unidos, misma que fue aprobada por el Congreso norteamericano el 1º de marzo de 1845. El ejército norteamericano ocupó Tejas de inmediato y el 11 de mayo de 1846 Polk declaró la guerra porque México había invadido su territorio (Texas).

³⁰² Juan Nepomuceno Almonte, *Memoria del Secretario de Estado y del Despacho de Guerra y Marina, leída en la Cámara de Diputados el día 9, y en la de Senadores el 11 de enero de 1849*, p. 17.

³⁰³ El tratado de 1848 cedía los estados de Nuevo México y California; el 30 de diciembre de 1853 se firmó el *Tratado de la Mesilla*, que modificaba parte de los límites establecidos en el anterior.

³⁰⁴ Tamayo, L., *La frontera México-Estados Unidos. La conformación de un espacio durante el siglo XIX*. Este trabajo, que se presentó como Tesis de Doctorado, luego se editó para publicar *La geografía, arma científica para la defensa del territorio*. Las citas corresponden a la tesis.

como de la dirección general de [los] lomeríos y los cerros aislados..."³⁰⁵ Algunas de estas descripciones aparecen en el *Diario* del director de la Comisión Mexicana, José Salazar Ibarregui,³⁰⁶ mientras que otros informes oficiales inéditos -citados por Tamayo- contienen las anotaciones de Francisco Jiménez y las observaciones de Agustín y Luis Díaz.

No obstante la difusión de aquellos trabajos,³⁰⁷ los *hechos* que se incorporaron al *patrimonio* de la geología de México, no se recogieron de ahí. La bibliografía *validó* las investigaciones que efectuaron los comisionados estadounidenses por una razón muy simple: la *asimetría* entre los recursos humanos y materiales con los que contaba cada una de las Comisiones.

Para el caso de la geología, las posibilidades de la Comisión mexicana para producir *hechos* eran prácticamente nulas, pues como ha detallado Tamayo, apenas dispusieron de los elementos mínimos para realizar las operaciones que les encomendaron.³⁰⁸ En cambio los norteamericanos disfrutaron de recursos suficientes para conformar un equipo "multidisciplinario" -geógrafos, topógrafos, naturalistas y geólogos- que llevó a cabo los reconocimientos y la colecta de especímenes.³⁰⁹

Como es sabido, las investigaciones que efectuaron, se concentraron en los tres volúmenes que publicó Emory bajo el epígrafe *Report of the United States and Mexican Boundary Survey (1857-1859)*.³¹⁰ Pero los frutos de la expedición no se confinaron en el *Reporte*, pues en los años que

³⁰⁵ "Instrucciones" de Salazar Ibarregui, cit. en Tamayo, *La frontera México-Estados Unidos...*, p.105.

³⁰⁶ José Salazar Ibarregui, 1850. *Datos de los trabajos astronómicos y topográficos dispuestos en forma de diario. Practicados durante 1849 y principios de 1850, por la comisión de límites mexicana en la línea que divide esta República de la de los Estados Unidos*, Imprenta de Juan R: Navarro, México.

³⁰⁷ Orozco y Berra, por ejemplo, dedica 64 páginas a detallar los resultados de los comisionados (v. Orozco y Berra, *Apuntes para la historia...*, p. 434-498).

³⁰⁸ Tamayo enumera entre sus limitaciones: personal reducido, instrumentos en mal estado y escasez de provisiones, al punto de arriesgar su propia supervivencia.

³⁰⁹ El anacronismo es válido porque efectivamente se trataba de "especialistas" en cada disciplina. De manera que cuando digo "naturalistas", estoy incluyendo a los botánicos, zoólogos, paleontólogos y etnógrafos.

³¹⁰ El título completo de la memoria es: *Report of the United States and Mexican Boundary Survey, made under the direction of the Secretary of the Interior, by William H. Emory, Major First Cavalry and United States Commissioner*, 3 vols, Washington, 1857-1859,

siguieron las publicaciones en las revistas especializadas se multiplicaron, como consta en las bibliografías de los comisionados. Y desde luego hay que agregar las de los especialistas de los centros de acopio norteamericanos que contribuyeron al estudio de los especímenes y colecciones.

De cara a la *asimetría*, Aguilera sólo "pudo" incorporar al *patrimonio* de la geología de México los trabajos de estos últimos.³¹¹ A su juicio, los siguientes contribuyeron al *conocimiento* del contexto geológico de la región fronteriza: la exploración de Tejas, Nuevo México, Sonora y Chihuahua de John Russell Bartlett; los estudios geológicos y paleontológicos de Hall -que integraron la región al sur de la nueva frontera-; el estudio de la cuenca cretácica del Río Bravo, así como la geología del Colorado inferior, de Schott; y las descripciones de los fósiles cretácicos y terciarios de la frontera, de Conrad.³¹²

Con la misma perspectiva historiográfica que su predecesor, de Cserna considera que "el Levantamiento Emory marca el inicio de los trabajos geológicos hechos en México por estadounidenses".³¹³ ¡Un verdadero regalo para el *patrimonio*! Porque en los años que siguieron la franja fronteriza -y en especial Baja California- fue uno de sus objetos de estudio preferidos, aunque no se privaron de explorar otras regiones.

El sarcasmo no es gratuito si se tienen en cuenta los **intereses** que guiaron las expediciones:

Del minucioso estudio de la región fronteriza que pronto sería colonizada, sobran las glosas sobre los **intereses**. Pero en lo que toca a la península, podría advertirse que brillaban tanto como el oro que impulsó la

³¹¹ Considérese que su perspectiva historiográfica recupera las "aportaciones" al conocimiento de la geología del país.

³¹² Algunos trabajos aparecieron en la *Memoria* de Emory; otros se publicaron en varias revistas científicas, norteamericanas y europeas. (Aguilera, *Reseña del desarrollo de la geología...*, p. 57-58; Aguilar y Santillán, BG, (Bartlett) p. 243, (Hall) p. 104, (Schott) p. 221-222, (Conrad) p. 55.

³¹³ De Cserna, *La evolución de la geología...*, p. 9.

exploración de la Alta California a partir de 1848. Las incursiones hacia el sur, con éste y otros **intereses** se hicieron más frecuentes al mediar la centuria, como se verá.³¹⁴

En suma, la guerra con los Estados Unidos originó un caudal de información sobre la región fronteriza que representaba la *traducción* científica de los **intereses** expansionistas de los Estados Unidos, que estaban imbricados con los **intereses** de sus empresarios (mineros, agricultores, ferroviarios, etc.). El "inicio de la exploración geológica de México por los estadounidenses", que destaca de Cserna, se orientó por **intereses** análogos. De manera, que al margen del conocimiento que se generó a partir de la interacción de aquellas redes, los científicos mexicanos poco aprovecharon de la presencia de los exploradores norteamericanos -exceptuando aquí a los miembros de la Comisión de Límites, cuya cooperación destaca Tamayo.

En cuanto a la *validación* de los hechos en las metrópolis, baste comentar la estimación de los científicos franceses sobre los estudios de la Comisión de Límites norteamericana:

A su juicio, durante la ejecución de los trabajos los "nuevos territorios se convirtieron en el teatro de una actividad de exploración a la que no [estaban] acostumbrados, desde los reconocimientos de los siglos XVI y XVII". En su sesión del 1o de diciembre de 1864, la *Commission Scientifique du Mexique* aconsejó su estudio a los expedicionarios que enviaría en breve, y dictaminó que los trabajos de los norteamericanos "eran indispensables para completar la bibliografía científica sobre México".³¹⁵ E indispensables fueron, como se verá en su momento.

³¹⁴ Cronológicamente el sur de la península recibió primero a los empresarios interesados en la exportación de guano. El desplazamiento de la fiebre de oro hacia el sur se dio en la década de los cincuenta y tuvo su versión mexicana en los años setenta.

³¹⁵ *Archives de la Commission...*, vol. I, p. 267 y 339.

Pero antes de abordar la intervención francesa (1863-67), es preciso detenerse para detallar las actividades que promovieron los sucesivos gobiernos en relación con la exploración del territorio mexicano y referir las andanzas de un par de viajeros europeos que recorrieron el país al mediar la centuria.

En lo que toca al primer punto habría que reiterar que las necesidades del frágil Estado mexicano en aquellos años de inestabilidad y desgobierno, continuaban siendo las mismas: el reconocimiento del territorio para ubicar los recursos comercializables y la centralización de la información para consolidar el control. De manera que el proyecto fundador de la República de establecer un orden racional con base en el desarrollo científico, solía aparecer intermitentemente en los proyectos de los sucesivos gobiernos.³¹⁶ Esto le dio una relativa continuidad a las actividades científicas en la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, en las instituciones de educación superior y en algunos proyectos gubernamentales.

Tal continuidad puede apreciarse en las publicaciones de la SMGE, los *Anales del Colegio de Minería* y otros medios que he venido anotando, a los que habría que sumar los que aparecieron en el interior del país.

Para el futuro desenvolvimiento de la ciencia mexicana, hubo además una iniciativa que resultó particularmente fructífera: En 1853, el Presidente Santa Anna creó el *Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio* con el objeto de organizar y dirigir estas actividades, así como el desarrollo de las vías de comunicación y las obras públicas.³¹⁷ Como es bien sabido, la reorganización del aparato estatal fue obra de Alamán quien dirigiera en distintos momentos el Ministerio del Interior, de manera que la creación del nuevo ministerio de Fomento *tradiujo* de alguna

³¹⁶ Después de la Guerra del 47 las pugnas entre liberales y conservadores se agudizaron, los gobiernos de uno y otro partido se alternaron en el poder por la vía de las armas y de los golpes de estado. Simultáneamente, iba cobrando fuerza el liderazgo del liberal Benito Juárez.

³¹⁷ v. "Bases para la administración de la República", en Dublán y Lozano, *Legislación mexicana...*, Decreto num. 3807, de abril 22 de 1853, tomo VI, p. 366.

manera los proyectos del brillante político. Su iniciativa, fundada en la ecuación cultural que relacionaba el fomento científico con el progreso material, hizo del Ministerio de Fomento el organismo que promovería los proyectos y crearía las instituciones relacionadas con la práctica científica, como se verá.

Por lo pronto la SMGE pasó a depender de Fomento, adscripción que con el paso de los años le garantizaría una relativa estabilidad económica, pues el nuevo organismo contó desde su fundación con un presupuesto considerable.

En lo que concierne a la enseñanza de la geología, en los mismos años se instrumentaron reformas significativas: El 17 de agosto de 1853 apareció el decreto de creación del Colegio Nacional de Agricultura, en donde se impartirían las carreras de agricultor teórico-práctico y veterinaria, en las que se cursarían física experimental, botánica, zoología, química general, química aplicada a la agricultura, **orictognosia** y **geología**, entre otras asignaturas.³¹⁸

Los planes de estudio se modificaron tres años después para incluir las carreras de ingeniería "para topógrafos, mecánicos y civiles o de puentes y calzadas". Estos últimos, así como los "que aspiraran al título de profesores de agricultura", tendrían que cursar **mineralogía** y **geología**.³¹⁹

El Colegio no tuvo tanta importancia para el devenir de la geología como para el futuro de la meteorología. No obstante, la inclusión de la geología como materia obligatoria tiene un significado interesante en términos del valor que se asignaba a la disciplina para la cientifización de la agricultura.³²⁰ Esto en virtud de que se le otorgó el mismo rango que a la química, la física y la botánica -ecuación que comporta la ascendente

³¹⁸ Dublán y Lozano, *op. cit.*, tomo VI, documento 4001, 1851-53.

³¹⁹ *Memoria del Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio*, documento núm. 8, 31 de diciembre de 1856.

³²⁰ Este fue el sentido de las escuelas de agricultura que se fundaron en el siglo XIX en todo el mundo.

legitimación de la disciplina en el horizonte cultural. Al mismo tiempo, la denominación con que se incluyó en el plan de estudios, señala la irrevocable demarcación de la geología en los planos epistemológico y social.

Lejos de la capital de la República, hubo otras novedades sobresalientes para el devenir de la geología. Me refiero a la fundación de la Escuela Práctica de Minas de Fresnillo (1853), en Zacatecas, en donde se integró el Ing. Antonio del Castillo como profesor de Laboreo y Mecánica aplicada a las Minas. Se trataba de la primera escuela *práctica* de minas del país y se le dotó con presupuesto suficiente para construir un edificio adecuado a sus necesidades -laboratorios, biblioteca, aulas y salón de actos.³²¹

El significado de la Escuela de Minas de Fresnillo es doble: por un lado representa el ascenso de Antonio del Castillo dentro de la comunidad científica del país,³²² y por otro, la descentralización de la enseñanza de la mineralogía moderna -y la geología- que se había mantenido dentro de los muros del Colegio Nacional de Minería de la Ciudad de México.

Sin embargo, el devenir de la geología en estos años dependía de una *práctica* amplia que no necesariamente se vinculaba con su progreso dentro de las aulas, como he venido reiterando. En estos años en particular, hubo una iniciativa de orden "geográfico" que promovió el estudio del contexto geológico de la Cuenca de México. Me refiero al establecimiento de una

³²¹ Un breve estudio sobre el devenir de las escuelas de minería del país, puede verse en Enciso, S., "La enseñanza de la minería en México", p. 68-72.

³²² Antonio del Castillo (1820-1895) nació en Huetamo, Michoacán en una familia acomodada. Su padre, el General A. del Castillo, parece haber sido una figura política importante, pues los biógrafos del geólogo le atribuyen la gubernatura de San Luis Potosí, aunque no aparece registrado por los historiadores del Estado. No obstante, la preeminencia de su familia es evidente en su trayectoria: Del Castillo hizo sus estudios elementales en la escuela de Mathew de Fossey (1832-1835), de donde pasó a Minería. En 1845 obtuvo el título de Ingeniero de Minas e inmediatamente se le nombró sustituto de la cátedra de Mineralogía, cuya titularidad obtuvo por oposición en 1851. Fue Secretario del Colegio entre 1846 y 1848. Participó en el proyecto para la creación de la Escuela de Fresnillo y en 1854 se integró a su personal docente. Durante estos años publicó numerosos trabajos en revistas locales y estaba fuertemente afianzado en las redes de los políticos, los empresarios y los científicos del país. (Ordóñez, E., "Memoir of Antonio del Castillo"; Aguilera, J. G., "Antonio del Castillo...")

Comisión del Valle de México (1856), "que tendría por objeto dar inicio al proyecto mayor e imprescindible de elaborar "el primer *Atlas nacional que comprende la historia y la geografía antiguas, la arqueología, la zoología, la botánica, la estadística y las cartas geológica, y geodésico-topográficas del Valle de México*".³²³ El proyecto sería dirigido desde la Secretaría de Fomento, a cargo entonces de Manuel Siliceo, con Orozco y Berra como Oficial Mayor y encargado itinerante del Despacho.

El proyecto geográfico se vincularía con el problema del desagüe del Valle de México que como apunté, continuaba sin resolverse. De manera que es preciso detenerse un momento para resumir las obras que se habían emprendido hasta entonces:³²⁴

En 1823 Lucas Alamán informaba que el único medio con el que se contaba para aliviar las inundaciones de la capital era el Canal de Huehuetoca, al que apenas se le daba el mantenimiento indispensable y advirtió sobre la necesidad de atender el problema.³²⁵ En los años que siguieron se formularon algunos proyectos, pero no se emprendieron obras mayores y se continuó reparando la existente.

Fue hasta la derrota frente a los Estados Unidos cuando se adoptaron medidas significativas, ya que durante la guerra se había pretendido detener a los norteamericanos destruyendo las compresas que contenían las aguas. El riesgo que esto implicaba condujo a la asignación de la encomienda al ingeniero Francisco de Garay, quien presentó su proyecto de desagüe en 1848.³²⁶ No obstante, las obras iniciarían hasta 1856, cuando una amenazante crecida del Lago de Texcoco urgió al Ministro Siliceo a tomar cartas en el asunto.

³²³ Siliceo, M. *Memoria de Fomento...*, p. 116-118.

³²⁴ Buena parte de los datos provienen de la *Memoria de las obras de drenaje profundo del Distrito Federal*, t. 2, en donde aparece la reseña histórica que dirigió Miguel León Portilla.

³²⁵ Alamán, L., "Memoria que el Secretario de Estado y del Despacho de Relaciones..." (1823), en *Obras...*, t. I, p. 97-98.

³²⁶ González Obregón, L. "Reseña histórica del desague del Valle de México, 1449-1855", p. 269-270

Se instaló una junta de treinta notables (técnicos, políticos, científicos, legisladores) para que se ocuparan del problema. La solución fue convocar un concurso abierto para que “los especialistas nacionales y extranjeros presentaran un proyecto integral de obras hidráulicas de la cuenca de México”.³²⁷

El proyecto elegido fue el de Garay, quien conocía perfectamente el terreno y las dificultades de las obras, pues había estado a cargo de su cuidado los últimos 8 años. Pese a la importancia que se le asignó, esta vez parecía que se tenía conciencia de la complejidad de la empresa, de modo que se contempló para darle término en el mediano plazo. Aquí es donde el desagüe se enlaza con la *Carta Geográfica y Topográfica del Valle de México*, cuyos avances se habían visto entorpecidos por asonadas y levantamientos, igual que el proyecto de Garay.

Pese a los obstáculos, dice Orozco y Berra, los esfuerzos cartográficos “no habían sido inútiles” ya que se lograron algunos adelantos importantes. Éstos se aprovecharían en 1861, cuando el nuevo secretario de Fomento Ignacio Ramírez, advirtió la posibilidad de articular los **intereses** cartográficos con los del desagüe. Señaló que si bien no era posible rehabilitar la Comisión del Valle de México, “se podría formar una nueva, encargada de levantar la carta hidrográfica”. De esta manera, continúa Orozco, se podrían ligar las operaciones ejecutadas con anterioridad con “las necesarias para comprender, [por un lado...] los lagos del norte y las obras del desagüe hasta el salto de Tula, y por otra parte, los vasos del sur, con las corrientes que a todos alimentan”. Con ello, concluye, se incrementarían los datos para el proyecto geográfico y se contribuiría a resolver “ese problema complicado y difícil, que tanto ha

³²⁷ Espinosa, L., “Reseña histórica y técnica de las obras del desagüe del Valle de México”, p. 275-276.

preocupado a nuestros gobiernos desde el siglo XVI, el desagüe general del Valle”.³²⁸

La Comisión para la *Carta hidrográfica del Valle de México* incluyó entre sus objetivos el estudio geológico de la Cuenca que se completaría con la construcción de una carta geológica, actividades que se encomendaron a Próspero Goyzueta.³²⁹

Asimismo, se efectuaron estudios de las aguas –lagos, ríos, manantiales, pozos artesianos y acueductos-, tanto en lo que concierne a su ubicación geográfica, como en lo que toca al volumen que acarreaban. Los estudios vienen acompañados de descripciones del curso de las vertientes y de la naturaleza que los circunda -fauna y vegetación-, así como de una historia natural de los lagos y de los ríos que los alimentan. Se midieron los niveles de los vasos y se integraron datos del régimen pluvial y el análisis químico de las aguas.

Con ello, la *Memoria para la Carta hidrográfica del Valle de México* se constituyó en el trabajo más exhaustivo de hidrología que se había realizado hasta entonces, mientras que las obras del desagüe aportaban *conocimiento* sobre la constitución geológica del suelo de la Cuenca, enriqueciendo el *patrimonio* de la geología de México.

Sorprendentemente, los geólogos no parecen haber *validado* estos últimos datos y descripciones como *hechos*, ya que ninguno de sus historiadores los cita. No obstante, los ingenieros que se encargaron de los subsecuentes proyectos del desagüe, utilizaron todos los *hechos* que resultaron de éstos y otros estudios. Pues como cualquiera sabe, la complejidad que entrañaban aquellos proyectos derivaba directamente de la estructura geológica del suelo y su relación con la hidrología de la Cuenca.

³²⁸ Orozco y Berra, *Memoria para la carta hidrográfica del Valle de México*, p. 350-351.

³²⁹ Orozco se refiere a la Memoria de la Carta Geológica, pero en el volumen del *Boletín* donde se publicó la *Memoria para la carta Hidrológica...* sólo aparecen las cartas de Goyzueta. Confiando en que Aguilar y Santillán no hubiera pasado por alto el trabajo, se puede conjeturar que nunca llegó a la imprenta.

Este caso podría interpretarse como un ejemplo de *juicios de validación* discrepantes, sin que por ello deba desestimarse la *traducción* de los datos de la Comisión Hidrográfica, en *hechos* que se incorporaron al *patrimonio*. Prueba de ello es la mera Carta Hidrográfica, que inmediatamente se aprovechó como indispensable *artefacto* para las obras del desagüe y las ulteriores investigaciones “geológicas” de la Cuenca.³³⁰ Lo mismo puede decirse de los análisis de las aguas de Río de la Loza, que fueron continuamente citados y utilizados durante decenios. Todo ello sin mencionar las colecciones naturalistas que enriquecieron los acervos de los centros de acopio capitalinos –el Museo Nacional, el Colegio de Minería, el Ministerio de Fomento y la Escuela de Agricultura.³³¹

Y si esto no fuera suficiente, bastaría añadir la propia obra del desagüe que se concretaría en 1900 con la inauguración del Gran Canal y la publicación de una *Memoria* que incluiría la “Descripción oro-hidrográfica y geológica del Valle de México” (1902).³³²

En acusado contraste con la suerte de los *hechos* de la Comisión para la Carta Hidrográfica, los datos que reunieron los viajeros que recorrieron el país en los mismos años, se integraron al *patrimonio* “*universal*” de las ciencias. Me refiero al “arqueólogo” francés Charles Brasseur y al naturalista suizo Henri de Saussure, quienes llegaron independientemente a México en la década de los años cincuenta y a la Geological Survey de California que inspeccionó el noroeste de México, un lustro después. Éstos trabajos tendrían un impacto directo sobre el devenir de la geología local y no me estoy refiriendo únicamente a su *patrimonio*.

³³⁰ Las comillas están dedicadas a los “geólogos” que desestimaron los *hechos* de la Comisión.

³³¹ Espinosa integra fotografías de los fósiles que se exhibían en 1902 en el Museo Nacional y la Escuela de Ingeniería. Orozco y Berra alude a “la colección de colibrís y de sus nidos” que se guardó en Fomento y a “la colección zoológica” que acogió Agricultura. (v. Espinosa “Descripción oro-hidrográfica y geológica del Valle de México”, 4 fotografías s/p; Orozco y Berra, *Memoria para la carta hidrográfica del Valle de México*, p. 351)

³³² Espinosa, L., “Descripción oro-hidrográfica...”, en *Memoria histórica, técnica y administrativa de las obras del desagüe del Valle de México*, p. 3-28.

De hecho, en el caso de Charles Brasseur de Bourbourg,³³³ la geología no se encontraba entre sus **intereses** científicos, pues como es bien sabido, su vocación le inclinaba hacia la historia antigua y la arqueología. Pero desde su primer viaje a México (1849-1851) que le llevó a Tehuantepec, Chiapas y Guatemala, hizo hallazgos de importancia (el Códice Chimalpopoca) que alimentaron su entusiasmo para proyectar nuevas expediciones.

A su regreso a Europa dio a la imprenta sus *Lettres pour servir d'introduction à l'histoire primitive des nations civilisées de l'Amérique Septentrional*, que vio la luz en París en 1851. De acuerdo con una fuente, a partir de entonces Brasseur habría emprendido una “campana” para ganar el **interés** de sus colegas –y de otros especialistas- en organizar una “expedición científica” francesa en territorio mexicano.³³⁴

Aunque su “campana” tendría que esperar la conjunción de otros **intereses** para materializarse, Brasseur consiguió el financiamiento del Ministerio de Educación de Francia para volver a México en 1859 y viajar hasta Guatemala. Esta vez obtuvo material suficiente para traducir el *Popol-Vuh* y el *Rabinal-Achí*, así como para escribir su *Voyage sur l'Isthme de Tehuantepec... y su Viaje de Guatemala a Rabinal* (1859).³³⁵

Si sus estudios arqueológicos no hubieran sido suficientes para despertar el **interés** científico de los arqueólogos franceses, su detallado periplo por el Istmo –salpicado de notas sarcásticas sobre la ineptitud de los

³³³ El abate francés Charles Brasseur (1814-1874) vino a México en 1849 como capellán de la legación francesa, donde el contacto con las antigüedades mexicanas despertó su vocación de arqueólogo. Localizó y tradujo documentos prehispánicos y del siglo XVI. Escribió varias obras de desigual valor, entre las que destacan: *Cartas para la introducción a la historia...*, (publicadas también en México, 1851); *Histoire des nations civilisées du Mexique et de l'Amérique Centrale...*, (París, 1857-59, 4 vols); *Popol Vuh. Le livre sacré...*, (París, 1861).

³³⁴ Entrecorrido la “campana” del abate porque su posición en la comunidad científica francesa de su tiempo no era lo suficientemente elevada como para movilizar la expedición a México. Pero no dejó de admitir el impacto que tendrían sus hallazgos sobre la emergente arqueología, de donde derivaría el entusiasmo de los especialistas **una vez que Napoleón la organizó**. (Brasseur, C., “Presentación” (s/a), *Viaje por el istmo de Tehuantepec (1859-1860)*, p. 7)

³³⁵ La bibliografía completa del abate aparece en Brasseur, C., “Presentación” (s/a), *Viaje por el istmo de Tehuantepec (1859-1860)*, p. 19-20.

empresarios y gobernantes que pretendían construir el paso interoceánico-bien que alimentó la codicia de los franceses. Sobre todo porque la ingeniería francesa presidía las obras en Suez y las empresas que participaban en la construcción del Canal esperaban obtener abundantes ganancias, a las que después se sumarían las ventajas que redundaría el nuevo tránsito para el comercio y la navegación.³³⁶

[Para completar el panorama de los **intereses**, habría que agregar además, la conclusión del ferrocarril del Istmo de Panamá (1850-1855) y el magno proyecto de comunicación férrea de Nueva York a San Francisco (1863-1869) que se publicitaba en todo el mundo.]

Entretanto, Henri de Saussure³³⁷ había organizado una expedición a América en la que participó el zoólogo Francisco Sumichrast. Llegó a México en 1854 y exploró una amplia región que incluyó el estado de Michoacán, en donde estudió el volcán de San Andrés; la región oriental del país, de la que realizó un estudio hidrológico, así como el examen de la fauna y la vegetación.

Siguiendo el ejemplo de sus ancestros, ascendió las cimas más altas de México y comparó la naturaleza de la región montañosa con los Alpes europeos -ahora en un contexto el que la teoría de los glaciares estaba a punto de *validarse*.³³⁸ Tampoco se privó de visitar los sitios arqueológicos, ni de escribir sobre ellos.³³⁹ Luego de su expedición mexicana, se trasladó a

³³⁶ En 1854 el ingeniero y diplomático francés Ferdinand de Lesseps obtuvo la concesión para construir el Canal. Esta concesión se modificó -por dificultades técnicas- para adjudicarla al consorcio internacional "Suez Canal Company", que inició las obras en 1859. Después de 10 años de dificultades políticas, financieras, contractuales y técnicas, el Canal se abrió a la navegación en 1869. Lesseps se interesaría en la comunicación interoceánica en Latinoamérica.

³³⁷ Henri Louis Frédéric de Saussure (1829-1905) formaba parte de la estirpe científica que presidiera el naturalista suizo Horace de Saussure, de quien era nieto. Fue reconocido principalmente por sus numerosas investigaciones sobre la fauna americana, aunque su obra abarcó otros aspectos de la historia natural, como la geología. [Los datos biográficos están tomados de la *Enciclopedia Universal Ilustrada* y se completaron con los que aparecen en las bibliografías de Aguilar, (BG, p. 219-220) y Langman, I., *A selected Guide...*, p. 675]

³³⁸ v. Tinkler, "The great ice age revealed", *A short history...*, p. 119-134.

³³⁹ El Porrúa cita entre sus trabajos "fundamentales", *Antigüedades mexicanas*, Ginebra, 1891.

los Estados Unidos y las Antillas, en donde continuó con sus investigaciones naturalistas.

A su regreso a Suiza en 1856, comenzaron a publicarse sus trabajos: "Découverte d'un ancien volcan, le Saint-Andrès, au Mexique..." (1857); *Mémoire pour servir à l'histoire naturelle du Mexique, des Antilles et des États-Unis* (1858-71); *Coup d'oeil sur l'hydrologie du Mexique, principalement de la partie orientale* (1862) y otros. El primer artículo tuvo una singular acogida en los centros de acopio metropolitanos, en cuyas publicaciones se tradujo o se reimprimió –sociedades geológicas y geográficas de Bélgica, Francia, Prusia e Inglaterra.³⁴⁰ El *Coup d'oeil...* tuvo un *destino* similar, pero también sirvió para que su autor volviera a México en circunstancias muy diferentes a las de su primera travesía.

En efecto, los franceses examinaron la primera parte de la obra en la sesión del 3 de noviembre de 1862 de la Academia de Ciencias y dos años después aceptaron la solicitud de Saussure para integrarse a la *Commission Scientifique du Mexique*.³⁴¹

En México, sus trabajos se difundieron a través de referencias y traducciones: Su estudio del volcán de San Andrés; la relación sobre los picos montañosos; y los trabajos sobre la fauna y su entorno natural aparecieron en *La Naturaleza. Periódico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, de los cuales Aguilar y Santillán sólo recoge el primero.³⁴² De Cserna coincide con la *validación* del bibliógrafo de la geología y destaca su examen de "las solfataras de la Sierra de San

³⁴⁰ El artículo citado se publicó originalmente en el *Bulletin de la Société Géologique de France*, y luego se reimprimió, probablemente con correcciones, en el *Bulletin de la Société de Géographie de France* y en el *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaentologie* de Stuttgart [v. Aguilar y Santillán, *BG*, p. 219-220]

³⁴¹ La presentación en la Academia estuvo a cargo del Mariscal Vaillant, quien después formaría parte de la *Commission Scientifique du Mexique*. Los trabajos de Saussure como expedicionario en esta segunda etapa, se publicaron en *Mission Scientifique au Mexique et l'Amérique Centrale*, Ginebra, 1891. (v. Aguilar y Santillán, *BG*, p. 220)

³⁴² En *La Naturaleza* aparecen 8 trabajos del autor (1869-1886), de los cuales 6 tratan de fauna y 2 de volcanes. (v. Beltrán, E., "La Naturaleza... Índice general", p. 168)

Andrés”.³⁴³ De ahí que pueda afirmarse que las investigaciones de Saussure contribuyeron *directamente* al patrimonio científico de México. Pero también lo hicieron de manera *indirecta* como ocurrió con los estudios de Brasseur.

Finalmente, las incursiones de la *Geological Survey of California* en territorio mexicano (1862) que mencioné,³⁴⁴ se manifestaron en los estudios de William Gabb, que fueron calificados de “excelentes” por Aguilera. El geólogo norteamericano publicó un trabajo sobre los recursos minerales de Baja California, que tituló “Lower California geographical and physical features” (1868); otro sobre sus fósiles cretácicos y terciarios (1869), que luego completó con los de Sonora y Chihuahua (1872).³⁴⁵ Aguilera los *validó* por “la exactitud de las determinaciones paleontológicas” y los consideró “notables... por la determinación y correlación de los horizontes geológicos”. A su juicio, Gabb “aportó uno de los más sólidos contingentes para el adelanto de la geología mexicana”. Nada menos -a no ser que se *tradujeran* los **intereses** que guiaron la exploración más allá de los límites fronterizos.

En este punto, la “campana” de Brasseur para animar una expedición científica a México contaba con el soporte material de sus trabajos arqueológicos –y reliquias- y se articulaba con los recientes estudios naturalistas de Saussure y los que acababa de publicar Emory sobre la frontera norte. Todo ello montado sobre la leyenda de los inagotables recursos naturales del país, que sembrara Humboldt en la conciencia europea.

³⁴³ De Cserna, “La evolución de la geología...”, p. 9.

³⁴⁴ El director de esta expedición era Clarence King, quien sería nombrado director de la Exploración Geológica del Paralelo 40 (1863). Estas expediciones efectuaron una sección geológica transversal de los territorios occidentales “de los E.U.” (1867-1872). (Martin and James, *All Possible Worlds...*, p. 157-158)

³⁴⁵ Los estudios de la península aparecieron por separado, en la serie de la *Geological Survey*, bajo los subtítulos de “Geology” y “Paleontology.” Los demás se publicaron en los *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. Por las fechas, podría presumirse que algunos no se conocieron en Francia antes de la Intervención. (Aguilar y Santillán, *BG*, p. 86)

Pero fue un libro en particular el que dio a conocer el México contemporáneo al público francés y propocionó los argumentos definitivos para justificar la intervención. Me refiero a *Le Mexique Ancienne et Moderne* (París, 1863), escrito por el senador Michel Chevalier, en donde trata de la historia antigua y colonial; aborda la guerra de Independencia y relata las dificultades del México a lo largo del siglo. También incluye datos sobre los recursos naturales, que apoya en estudios nacionales y extranjeros recientes y dedica la séptima y última parte de la obra a enlistar las razones que justificarían la imposición de “una monarquía francesa” en México.³⁴⁶

Casi sale sobrando aclarar que los **intereses** científicos que expresara Brasseur, estaban enlazándose con los **intereses** políticos de la Iglesia y los conservadores mexicanos; los **intereses** expansionistas de Napoleón III; y los **intereses** económicos de los empresarios franceses y austriacos, que participaban –explícita e implícitamente- en la negociación que establecería el II Imperio en nuestro país.³⁴⁷

Una vez que ésta culminó con la coronación de Maximiliano I de México, sólo restaba una última *traducción* para activar el sueño del abate Brasseur. Para su fortuna, no pareció entrañar mayores dificultades y la exitosa *traducción* de los **intereses** de aquéllas y otras redes al terreno de los **intereses** “científicos” produjo un amplio despliegue de actividades durante el II Imperio, en las que participó con entusiasmo la comunidad científica local.³⁴⁸

³⁴⁶ Entre sus argumentos incluye el de acompañar la expedición francesa con una exploración científica como la que llevó Napoleón I a Egipto. [Chevalier, M., *México Antiguo y Moderno*, p. 421-423. y 431]

³⁴⁷ Al respecto podría comentarse que si la expedición francesa en México fue justificada ante la nación francesa como conveniente a su **interés**, sin importar el de México, el cálculo fue poco afortunado. Los Estados Unidos, Prusia, la pobreza de la Hacienda mexicana, la guerra en un territorio tan vasto y accidentado como el de México, impusieron a Francia condiciones que a la postre serían contrarias a sus **intereses**. De hecho, el desgaste militar y económico del proyecto imperial, por mencionar un solo aspecto, colocaron a Francia en desventaja frente a la Alemania de Bismarck.

³⁴⁸ Fueron muy pocas las excepciones. Tal vez la más destacable fue la tenaz renuencia de Francisco Díaz Covarrubias a colaborar con el Imperio. De acuerdo con un cálculo preliminar, el número de

Aquí resultaría ocioso tratar de explicar aquel entusiasmo en términos de “lealtades” o “traiciones” políticas, pues obviamente sería la *traducción* de los **intereses** locales al lenguaje de los **intereses** imperiales, la que orientaría la actividad científica durante el Imperio. Me explico:

En cuanto a los conservadores mexicanos que negociaron el establecimiento del segundo Imperio, habría que aceptar que tenían en mente la solución de problemas más apremiantes que el fomento a la investigación científica o la puesta en marcha de un programa de investigación de largo aliento. Lo que no implica que carecieran de **intereses** de literal traducción científica, como se verá.

En lo que toca al emperador austriaco, habría que tener en cuenta que Maximiliano había renunciado a sus derechos de sucesión en Europa, de manera que hasta cierto punto podría afirmarse que sus **intereses** coincidían con los **intereses** de México. Así las cosas, la *traducción* sería indiscutible en términos de la cultura decimonónica que ataba el progreso científico al progreso material. De manera que Maximiliano advirtió la necesidad de contar con una comunidad científica activa, como elemento indispensable para impulsar la modernización de su nueva patria.

En consecuencia, el Imperio se apoyaría en la plataforma de las escuelas de Medicina y Minería, así como en la *Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, a las que brindó su incondicional apoyo a cambio de su participación en sus proyectos. La respuesta, como dije, fue de asentimiento casi unánime.

Para explicar la posición de los mexicanos que se integraron en los proyectos imperiales, habría que contemplarla primero desde el ángulo del Imperio como *fait accompli* –cuyo futuro o duración era difícil de prever. Aquí, la comunidad científica actuaría en consonancia con Maximiliano,

colaboradores de la élite intelectual alcanza la centena. (v. Azuela, “Los naturalistas mexicanos entre el II Imperio y la República Restaurada”; y “Francisco Díaz Covarrubias y la ingeniería en México”).

interpretando los **intereses** del Imperio como los **intereses** de México. Lo que no implica que se abstuvieran de *traducir* aquellos **intereses**. Pues como es sabido, los que estuvieron en una posición directiva -como Orozco y Berra en el Ministerio de Fomento-, aprovecharon la disposición del monarca para mantener y promover los proyectos republicanos de modernización del país.

Desde el ángulo del clima progresista que dominaba en la capital del país por el inesperado liberalismo de Maximiliano, en segundo término, los moderados simpatizaron naturalmente con las avanzadas propuestas del Emperador. De ahí que la colaboración en los proyectos del Imperio se viera como una oportunidad insoslayable para impulsar el desarrollo de México. Obviamente, sin *traducción* de por medio.³⁴⁹

Como consecuencia de las *traducciones* y coincidencias, Maximiliano promovió con relativo éxito una serie de acciones de carácter científico, en las que se manifestaron los **intereses** de diferentes redes:

Unas de estas acciones consistieron en la revitalización de viejos proyectos como la *Comisión del Valle de México* y el proyecto del desagüe,³⁵⁰ la *Academia de Medicina* y el *Observatorio Astronómico y Meteorológico*; otras, fueron propuestas novedosas como la formación de la Carta Geológica de los distritos minerales, o la localización geográfica y la descripción de monumentos arqueológicos. Además hubo lugar para las aficiones personales del monarca, que para fortuna de los naturalistas mexicanos, compartía sus inclinaciones científicas. De ahí que su proyecto

³⁴⁹ Existe incluso la interpretación de que los moderados habrían apoyado a Maximiliano como una disimulada venganza contra los *cangrejos*. (v. Rubén García, 1935. "Manuel Orozco y Berra", *BSMGE*, tomo 44, p. 229-230)

³⁵⁰ A éste último le dedicó una atención muy especial. Nuevamente quedó a cargo de Francisco de Garay, ahora como "Director exclusivo y responsable e inspector de todos los trabajos en relación con la cuestión de las aguas en el Valle de México" (1865). (Espinosa, "Reseña histórica y técnica de las obras del desagüe...", p. 309)

personal fuera la habilitación del Museo Público de Historia Natural, Arqueología e Historia,³⁵¹ que encargó al entomólogo Dominich Billimeck.

En los linderos de los **intereses** “científicos” de Maximiliano, prosperaban los de los franceses, aunque como se sabe, tenían dos orientaciones. La primera se asentaba en los **intereses** de orden militar y colonial que promovía el Mariscal Bazaine y la segunda en los **intereses** imperialistas de Napoleón III y los científicos que promovía el Ministerio de Instrucción Pública de Francia.³⁵²

Bazaine quiso aprovechar los talentos científicos bajo su mando para recabar información y desarrollar estudios sobre México. Con estos propósitos, buscó la colaboración local y estableció la Comisión Científica, Artística y Literaria de México, que ha estudiado Alberto Soberanis. Casi al mismo tiempo, Napoleón III -que no quería ser menos que Carlos X en Grecia y Luis Felipe en Argelia- ordenó la conformación de la *Commission Scientifique du Mexique* (1864-1867) bajo la dirección del Instituto de Francia.³⁵³ Y materializó, sin saberlo, los sueños del abate de Brasseur, quien inmediatamente se integró a la expedición, seguido por Henri de Saussure.

Como puede verse, la relación de los proyectos científicos que promovieron los distintos actores, rebasaba con mucho las modestas tareas que se habían venido desarrollando localmente. Podría decirse que en cierto modo, el II Imperio significó la puesta en escena de una intensa actividad científica nunca antes experimentada en el país. De modo que para darle cierto orden a la exposición de tanta laboriosidad, comenzaré con el

³⁵¹ El *Museo Nacional* de México se inauguró durante el gobierno de Guadalupe Victoria en 1825 y se mantuvo en una continua inestabilidad hasta el Segundo Imperio.

³⁵² Sobre la divergencia de **intereses** entre las redes, considérense las discrepancias entre Bazaine y Maximiliano y la rivalidad que mantuvo el militar con los expedicionarios franceses. (v. Soberanis, A., "La ciencia marcha bajo la égida de la guerra...")

³⁵³ El decreto indica que el Ministerio de Instrucción Pública de Francia supervisaría la organización de los trabajos. (v. *Archives...*, t. I, p. 8)

proyecto más ambicioso de todos, la *Commission Scientifique du Mexique* (CSM).

Aquí conviene tomar como punto de partida la *traducción* que hizo el emperador francés de sus **intereses** expansionistas y que transcribió el ministro Victor Duruy en una carta dirigida al Presidente de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística:

El Emperador, que nunca deseó llevar a cabo una conquista por las armas, tiene la noble ambición de conquistar su grandioso país para la ciencia. Nuestros sabios van a marchar una vez más sobre las huellas de nuestros soldados, pero con mayor fortuna que sus predecesores del Instituto de Egipto. Pues ahora encontrarán a su llegada, numerosos trabajos ya desarrollados y sociedades de sabios que están organizadas desde hace tiempo.³⁵⁴

Como dije, la ciencia resulta el arma más eficaz en estas situaciones, por “su capacidad para parecer desvinculada de intereses políticos antagónicos y para mostrar una imagen desinteresada”. A ella se suma, además, el poder del conocimiento para “optimizar las posibilidades de éxito del uso de la fuerza, hasta hacerlo prescindible”.³⁵⁵

Dicho esto, bastaría reiterar que los objetivos de la *Commission* representaban la *traducción* de la estrategia política, aunque los académicos del Instituto de Francia no se abstuvieron de efectuar la *traducción* de sus **intereses** científicos.

Así las cosas, el decreto que conformó la CSM estableció como prioridad los estudios "sobre la geografía; la constitución geológica y mineralógica del país; la descripción de las especies animales y vegetales; el estudio de los fenómenos atmosféricos y de la constitución médica; el de las diversas razas, sus monumentos [y] su historia". Temas que habían sido

³⁵⁴ La carta, fechada el 8 de febrero de 1864, está firmada por el Ministro de Instrucción Pública Victor Duruy (1811-1894), historiador y reformador de la enseñanza francesa. Entre sus innovaciones destaca la creación de la “enseñanza secundaria especial”, que abrió un espacio en las aulas para la geografía. Escribió *L'Histoire romaine; L' Histoire greque*, y otros manuales historia. (La cita de Duruy está en *Archives...*, t. I, p. 14)

³⁵⁵ Aquí retomo la cita de Iranzo, "Visiones del poder desde la sociología del conocimiento científico", p. 284.

objeto de estudios locales desde el siglo XVI y que contaban con avances sustantivos para las tareas que se emprenderían. Los franceses lo reconocieron cabalmente, aunque como señalé, no se guardaron de expresar desconfianza respecto a su "precisión científica" y su carácter "positivo".

La *Commission* se dividió en cuatro Comités de acuerdo con la especialidad de los estudios e inscribió la geología en el de Ciencias *Naturales* y Médicas. El Comité quedó integrado por 5 miembros del Instituto de Francia: el naturalista Henri Milne Edwards (1800-1885);³⁵⁶ el botánico Joseph Decaisne (1807-1882);³⁵⁷ el naturalista y antropólogo Jean-Louis-Armand de Quatrefages (1810-1892);³⁵⁸ el geólogo Charles Sainte-Claire Deville (1814-1876);³⁵⁹ y el Barón Félix Hippolyte Larrey (1808-1895), cirujano militar y hombre político.³⁶⁰

En las "Instrucciones Sumarias" que redactó, el Comité definió su objeto de estudio en los siguientes términos:

Desde el punto de vista de las ciencias naturales, la exploración científica de una región cualquiera comprende el estudio de las razas humanas que la han habitado desde el pasado hasta la actualidad; la descripción de las *especies animales y vegetales* actualmente vivas [y] de las *extintas*; la búsqueda de los elementos de la *constitución del suelo*; [y] la *observación de los fenómenos geológicos* que puede aún escenificar.³⁶¹

Aunque el Comité reconoció la posibilidad de estudiar simultáneamente los aspectos "prácticos" de la naturaleza mexicana, advirtió que "los viajeros y los corresponsales de [la *Commission*] deberían

³⁵⁶ El naturalista Milne Edwards fue director del Museo de Historia Natural y autor de las *Leçons d'anatomie et de physiologie comparées*.

³⁵⁷ Decaisne era miembro de *l'Académie des Sciences* (1847), a la que presidió en 1865.

³⁵⁸ Quatrefages, miembro de *l'Académie des Sciences* (1852), defendió la teoría de la unidad de origen del hombre.

³⁵⁹ Sainte-Claire Deville, miembro de *l'Académie des Sciences* (1857) y director fundador del *Observatoire de Montsouris*. Estudió las propiedades del azufre y creó una teoría sobre los volcanes.

³⁶⁰ Larrey, profesor de *Val de Grâce*, París; miembro de la *Académie Impériale de Médecine* y del Consejo de Guerra.

³⁶¹ Comité des Sciences Naturelles et Médicales, "Instructions Sommaires", *Archives*, t. 1, p. 19. (Las cursivas son mías.)

[mantener como prioridad] el estudio puramente *científico* del país."³⁶² El texto prosigue con los lineamientos generales que orientarían las expediciones y enseguida aparecen los instructivos de cada disciplina, que redactó por separado el especialista. (Conviene hacer notar que desde este momento, la *práctica* científica que se planeaba llevar a cabo, proyectaba el *status* de las demarcaciones disciplinarias del Viejo Continente.)

El instructivo de geología y mineralogía fue elaborado por Charles Saint-Claire Deville, quien inició sus disposiciones indicando que su meta sería la construcción de la carta geológica de México. Aunque advirtió que como ésta representaba “el resumen gráfico” de la minuciosa exploración geológica del territorio, “la carta [...], sería el resultado de largos y perseverantes esfuerzos”. Sobre todo, porque dependería del “conocimiento suficientemente exacto de la topografía local”.³⁶³ Es decir, se trataba de un proyecto para el mediano plazo.

Entretanto, era preciso recoger “los datos generales sobre la constitución geognóstica del nuevo imperio mexicano, o si se quiere, ampliar y completar los que se deben a un pequeño número de observadores, entre los que habría que citar en primera línea, después de Alexandre von Humboldt, a Burkart, de Gerolt y de Berghes”.³⁶⁴ Y ordenó que sólo “en los casos particulares y para las regiones que presentaran un interés capital, ya fuera desde el punto de vista de los fenómenos eruptivos, o desde el punto de vista de la geología estratigráfica o paleontológica”, los expedicionarios podrían recurrir “al apoyo de los trabajos locales”. (Comentarios que aluden a la *invalidación* prejuiciosa de las capacidades

³⁶² *idem*, p. 20 (Las cursivas son mías.)

³⁶³ Sainte-Claire Deville, “Géologie et Minéralogie”, p. 37. [Las siguientes citas están tomadas del mismo texto (p. 37-48) por lo que omitiré la referencia.]

³⁶⁴ Curiosamente, durante el Imperio se reeditaron en Nueva York los trabajos geológico-cartográficos de Berghes y von Gerolt, que se publicaran en Alemania en 1827. Fue el barón Friedrich von Egloffstein, quien se dio a la tarea de darlas a la imprenta, a través de la casa editorial Appleton y Cía. (Nueva York, 1864). Con ello, comenta de Cserna, fueron más fácilmente accesibles “al público interesado en este lado del Atlántico”. (De Cserna, “La evolución de la geología...”, 5-6)

científicas locales.) En estos casos, “convenientemente elegidos, agregó, se daría un gran servicio a la ciencia con la elaboración de monografías sobre las semejanzas y anomalías que se puedan observar entre las formaciones eruptivas o sedimentarias de América Central (sic) y aquéllas de Europa o de Norteamérica”.

El geólogo francés manifestó su interés en “el estudio químico de las emanaciones volcánicas y la descripción de los restos orgánicos de los terrenos estratificados”. Y “en el mismo sentido, señaló, debe concederse mucha atención a una mina igualmente fecunda, pues ambas cosas juntas sólo han aflorado hasta hoy, en [el territorio de] México”.³⁶⁵

El “Instructivo” prosigue con la descripción de los diferentes tipos de terreno”, que se habían identificado y la enumeración de los objetos de estudio que debían atender los expedicionarios. Destacó aquí la identificación y estudio de las vetas metalíferas, “sin ninguna duda, la mayor riqueza natural de México”; de los veneros de aguas minerales y las “chimeneas volcánicas que forman los puntos culminantes del Nuevo Mundo”;³⁶⁶ demandó la formación de colecciones de minerales, como paso previo e indispensable para el estudio litológico; y enfatizó el interés en “recoger” meteoritos, o “por lo menos muestras” para su análisis en el laboratorio.

A continuación Sainte-Claire expone las “recomendaciones generales”, no sin antes aconsejar la “colecta de todos los datos existentes en el país, impresos o manuscritos [...] sobre la geografía, la topografía, la geología y la mineralogía de México”. (Comentario que representa la reticente *validación* de las capacidades científicas locales.)

Entre las recomendaciones destaca el dibujo preciso de las formaciones exploradas; la elaboración de esbozos de los cortes

³⁶⁵ Aquí el especialista se refiere a la riqueza del territorio tanto para la explotación de las minas como para el adelanto de la investigación geológica.

³⁶⁶ En ambos casos los reportes se debían acompañar de dibujos y fotografías cuando fuera posible.

geológicos; el registro de observaciones barométricas y altimétricas con instrumentos específicos; la identificación *in situ* de las muestras minerales y paleontológicas, si fuera posible; y su etiquetación con todos los datos del lugar donde se encontraron.

En lo que toca a las minas, el geólogo aconsejó el acopio de los levantamientos de las minas ya explotadas, que efectuarían “los ingenieros locales”. (Indicación que expresa la *validación* de las capacidades científicas locales.) Encomendó el examen minucioso del orden y la sucesión de las sustancias de la veta y la colección de muestras, “especialmente de las especies cristalizadas”.³⁶⁷ De las aguas minerales pidió su localización y análisis químico; igual que respecto a los volcanes, cuyas emanaciones había que determinar, lo mismo que sus temperaturas. Y reiteró –por tercera vez- su interés en los meteoritos.

El "Instructivo" incluye detalles sobre el uso de los instrumentos adecuados y consejos para situaciones específicas, que no cabe enumerar. Aunque sí vale la pena extenderse en el comentario sobre la trascendencia de la expedición sobre el desarrollo ulterior de la geología en México, pues el “Instructivo” simbolizaba la difusión de la metodología de frontera para la investigación geológica.

De hecho, Maldonado-Koerdell considera que la geología fue justamente el área de investigación en la que se efectuaron “los mejores y más amplios trabajos” de la CSM.³⁶⁸ Desde luego, el crédito corresponde a los expedicionarios: los mineralogistas y geólogos E. Guillemín-Tarayre, Auguste Dollfus, E. de Montserrat y P. Pavie, quienes exploraron una amplia región del país e hicieron contribuciones significativas al

³⁶⁷ Para las minas hubo además un instructivo específico en el que se encareció la necesidad de formar una “carta de las minas del país”. (v. Combes, CH. P. M. "Exploration de gîtes de minearais métallifères et autres substances minérales employées dans les constructions et l'industrie", *Archives...*, t. I, p. 78)

³⁶⁸ Maldonado-Koerdell, M., "La obra de la Commission Scientifique du Mexique", p.172.

conocimiento de la conformación geológica de los distritos mineros y a la determinación de la edad de algunas formaciones mexicanas.³⁶⁹

Pero además, los expedicionarios sirvieron como instructores a los científicos locales que se integraron a la *Commission*, para las investigaciones en gabinete y en campo. Algunos fueron nombrados corresponsales en México por el Ministerio de la Instrucción Pública (Antonio del Castillo, Antonio García y Cubas, Francisco Jiménez, Manuel Orozco y Berra) y otros como Leopoldo Río de la Loza o Ramón Almaraz, simplemente figuraron entre los colaboradores.³⁷⁰

Sus tareas tuvieron diferente orden e importancia, ya fuera que realizaran tareas específicas -como el análisis de las aguas minerales que se publicó en la *Memoria de la Carta Hidrográfica* (Río de la Loza)-; o bien que participaran en los viajes de exploración (del Castillo y Almaraz) o se dedicaran a la construcción de mapas (Orozco y Berra, García Cubas).

Desde luego, no todo fue miel sobre hojuelas, como puede leerse en cualquier historia de México. Pues aún sin mencionar los horrores de la guerra, en esta época se instrumentaron proyectos que pusieron nuevamente en riesgo la zona fronteriza.³⁷¹ El interés en esa región específica se manifestó en múltiples tentativas para establecer enclaves coloniales en Sonora, Baja California, Chihuahua y Coahuila -exploración prospectiva por delante.³⁷² Aquellos territorios no sólo se consideraban provechosos en términos de su potencial minero, sino en virtud de la *famine du cotton* que agobiaba entonces a los franceses. Para Napoleón, en este sentido, los **intereses** eran concretos: quería librarse de la dependencia

³⁶⁹ Los dos primeros llegaron en la primera partida y los demás se integraron poco después.

³⁷⁰ Sólo cuento a los más destacados y me limito a los que contribuyeron al desarrollo de la geología.

³⁷¹ Considérense los siguientes hechos: Juárez andaba vendiendo la Baja California en Washington; Bazaine quería establecer una colonia francesa en Sonora y Chihuahua, en asociación con el empresario norteamericano William Gwin; y Maximiliano daba tierras a los desertores de la Guerra de Secesión. (Sobre este asunto, v. González Navarro, *Los extranjeros en México...*, p. 456-526)

³⁷² Aquí se incluye la explotación del grafito en el distrito de Pima, Sonora.

del algodón estadounidense y de paso, plantar una barrera al amenazante expansionismo del norte.³⁷³

Pero el *patrimonio* científico se benefició nuevamente de los *riesgos*, ya que todas estas acciones se materializaron en un incremento significativo del reconocimiento territorial y del estudio de su contexto geológico, que provino de la interacción de las diferentes redes.

Mencionaré los trabajos más citados:³⁷⁴ Virlet d'Aoust escribió un *Coup d'Oeil sur la Topographie et la Géologie du Mexique et de l'Amérique Centrale* en 1865, que Aguilera destaca por la descripción y fechamiento del "sistema de Anáhuac"; la identificación de los distintos tipos de terreno y de minerales del país. Pone en relevancia sus aportaciones al estudio del metamorfismo y sus trabajos sobre los terrenos de origen meteórico.³⁷⁵ Carron de Fleury publicó unas "Notas geológicas y estadísticas de Sonora y la Baja California...";³⁷⁶ Antonio del Castillo hizo un "Cuadro de la mineralogía mexicana", en donde ordenó las especies minerales de acuerdo con su composición química y cristalización, "con el arreglo al sistema del profesor Dana" y efectuó un estudio sobre el fierro meteórico de Yanhuitlán.³⁷⁷ Y Pierre Laur escribió un tratado de 300 páginas sobre la metalurgia de la plata mexicana, que apareció en los *Annales des Mines* de París en 1871.³⁷⁸

³⁷³ Chevalier planteó la alternativa del cultivo del algodón en México.

³⁷⁴ Aunque me limito a mencionar los trabajos que *validaron* los geólogos mexicanos, un breve repaso de la *Bibliografía* de Aguilar revela una gran cantidad de obras publicadas en Francia y otros países que presumiblemente se relacionan con la aventura de Napoleón III. La comprobación de esta hipótesis rebasa los objetivos de este trabajo.

³⁷⁵ Aguilera, "Reseña del desarrollo...", p. 59-60.

³⁷⁶ Carron de Fleury, 1869. "Notas geológicas y estadísticas de Sonora y la Baja California. Situación geográfica. Descripción física. Origen de la población actual", *BSMGE*, 2ª época, t. I, p. 44-52, 112-118.

³⁷⁷ Castillo, A., 1864. "Cuadro de la mineralogía mexicana..." y "Descripción de la masa de hierro meteórico de Yanhuitlan, recientemente traída a esta Capital y noticia y descripción de las masas de hierro meteórico, y de piedras meteóricas caídas en México", *BSMGE*, 1ª época, (10):564-571 y 661-665.

³⁷⁸ Esta obra dice Aguilar, se convirtió en uno de los trabajos más importantes de su tiempo. (Aguilar, *BG*, p. 133-134)

Los expedicionarios de la *Commission*, por su parte, dieron a la imprenta numerosas memorias geológicas, de acuerdo con los lineamientos del Instructivo:

Sobre los volcanes, Auguste Dollfus y Eugène de Montserrat firmaron un estudio sobre el Nevado de Toluca y construyeron los cortes geológicos y el plano del cráter, mismo que acompañaron con un croquis geológico y topográfico de los alrededores de Toluca; y también fueron coautores de un trabajo sobre el Volcán de Colima. En colaboración con P. Pavie, ambos autores efectuaron el estudio del Popocatepetl y trazaron el corte geológico de la cima.³⁷⁹ Posteriormente los dos primeros hicieron un “Viaje geológico a las repúblicas de Guatemala y El Salvador”, en cuyo reporte se refirieron brevemente al volcán de Tacaná, Chiapas e hicieron algunas anotaciones “sobre temblores y erupciones volcánicas”.³⁸⁰

La región que exploraron incluye los estados de México, Puebla y Veracruz, desde donde se desplazaron al sureste para la expedición a Centroamérica. De acuerdo con las instrucciones de Sainte-Claire, tuvieron el cuidado de anotar minuciosamente sus observaciones y trazar los cortes de sus travesías. De ahí resultaron artículos sobre el trayecto de Veracruz a México, del que trazaron un corte que “sigue el desarrollo de la línea quebrada que pasa por México, Puebla, Orizaba y Veracruz”.³⁸¹ También publicaron un estudio geológico a partir de los cortes de Naolinco a Huatusco, de Perote a Tehuacán y de ahí a Puebla, a los que se sumaron los cortes paralelos y transversales de la cordillera. Este trabajo incluye la carta geológica del distrito de Zomelahuacan y el plano de las aguas minerales de los alrededores de Puebla.³⁸²

³⁷⁹ v. *Archives...*, t. 3, p. 29-35; 43-55; y t. 2., p. 187-201.

³⁸⁰ Este viaje se publicó en las memorias de la *Mission Scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale*, (Paris, 1868). Cit. en Aguilar, *BG*, p. 65.

³⁸¹ *Archives...*, t. 2, p. 124-127.

³⁸² *Archives...*, t. 2, p. 363-403.

Respecto a los distritos mineros, Dollfus y Monserrat publicaron un estudio sobre el de Sultepec, que contiene tres apartados. El primero se dedica a la geografía física (montañas, hidrografía y clima); en el segundo, titulado “Geología”, se ocupa de la identificación de las formaciones geológicas, volcanes, aguas minerales “y emanaciones gaseosas”. Y bajo la rúbrica de “Mineralogía y fábricas metalúrgicas”, el último se refiere a los filones metalíferos y las haciendas de beneficio. El trabajo incluye 3 cortes geológicos de los derroteros de la expedición.³⁸³

El mineralogista Guillemín Tarayre, por su parte exploró el noroeste de México (Baja California y Sonora) y después de la caída del Imperio, parece haberse desplazado hacia los Estados Unidos, para integrar aquella región con los estudios geológicos y mineralógicos de la Alta California y Nevada. Entretanto, viajó a Sinaloa, Chihuahua, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Jalisco, Hidalgo y México.

Fue el más prolífico de los expedicionarios, ya que entre los reportes que envió al Instituto de Francia –que se publicaron en los *Archives*–, destaca uno de 300 páginas sobre “la exploración mineralógica de las regiones mexicanas”, en el que además de anotar los usuales datos sobre los distritos mineros, se ocupa de la temperatura comparativa de las aguas del Atlántico en las costas de América y Francia; incluye observaciones de asteroides y se refiere al meteorito de Casas Grandes.³⁸⁴

En 1870 publicó un libro sobre “La producción de metales preciosos en la América Septentrional”, que completa con el mapa de “las dos Californias, Nevada y los territorios circunvecinos” y los cortes geológicos de California y Nevada, así como el de Baja California. Contiene

³⁸³ *Archives...*, t. 3, p. 471-496.

³⁸⁴ Guillemín envió un total de 6 trabajos, el último fue el “Rapport à son Exc. M. Le Ministre de l’Instruction Publique sur l’exploration minéralogique des régions mexicaines”. De acuerdo con Maldonado-Koerdell, este trabajo se reditó después con el título “Exploration minéralogique des Régions Mexicaines suivie des Notes Archéologiques et Étnographiques”. (*Archives...*, t. 3, p. 173-470, 6 planos; Maldonado-Koerdell, M., “La obra de la Commission Scientifique du Mexique”, p. 180)

asimismo, un perfil geológico del país “entre los dos Oceanos”, que trazó durante su travesía de San Blas a Veracruz.³⁸⁵

En todos los casos, Guillemín tuvo el cuidado de proporcionar una visión de conjunto que no dejó fuera los datos históricos ni las descripciones del paisaje y los pobladores. Pero además, proporcionó información paleontológica, arqueológica y etnográfica de zonas que habían permanecido en el olvido –Casas Grandes, por ejemplo. Todo ello complementado con las indispensables estadísticas económicas de las minas y de la región circundante.

Los estudios geológicos de los *Archives...* se completan con los trabajos de otros estudiosos como Laur, al que me referí anteriormente;³⁸⁶ y con los que discuten los reportes de los expedicionarios, que firmaron Sainte-Claire Deville y Combes.³⁸⁷

En total, los trabajos de la *CSM* llegaron a completar 3 gruesos volúmenes en los que se incluyen las actas de las sesiones de trabajo; los reportes de los viajeros y estudios extensos como los que he mencionado. Otras investigaciones se dieron a la imprenta en la serie de la *Mission Scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale* (Paris, 1868), que Maldonado-Koerdell describe como una colección “de grandes tomos en folio [...] con miles de páginas e ilustraciones, muchas de ellas a colores, impresas en buen papel y presentadas con pulcritud y elegancia”.³⁸⁸

Los militares por su parte, publicaron sus estudios en una serie por separado, *L'Expédition au Mexique*, en donde se dio a la imprenta el estudio de Léon Coindet que mencioné en la primera parte y se editó el mapa de México del capitán Niox.

³⁸⁵ Aguilar y Santillán, BG, p. 102.

³⁸⁶ Entre muchos otros están los estudios geológicos de la frontera norte de Jules Marcou. (*Archives...*, t. 2, p. 74-80)

³⁸⁷ Sainte-Claire firmó 6 trabajos relativos a los reportes de los exploradores. Combes, publicó 3. [*Archives...*, (Sainte-Claire) t. 2 y 3; (Combes) t. 1 y 2, *pas passim*]

³⁸⁸ Maldonado-Koerdell, M., “La obra de la Commission Scientifique du Mexique”, p.179.

A la productividad bibliográfica habría que añadir las colecciones y especímenes que fueron a dar a París para enriquecer los acervos de sus centros de acopio. Tal vez el mejor indicador del volumen que acopiaron, fue el traslado del meteorito de Charcas –de 780 kg- que condujo Bazaine hasta el Museo de París.

Los mexicanos, entretanto, llevaron a cabo otros proyectos ligados con los de la CSM. Tal vez el más ambicioso fue la iniciativa que presentó Antonio del Castillo al Ministerio de Fomento para formar la carta de los distritos minerales –que requiriera Combes-, aunque Ramírez la *atribuye* exclusivamente al mexicano, y enumera los siguientes objetivos:

Formar la Carta Geológica de los distritos minerales de Real del Monte, Pachuca, El Chico, Capula, Santa Ana, Santa Rosa y Tepenené; la de Guanajuato con los Distritos Mineros que se comprenden en la carta de... Vesth; la de Zacatecas comprendiendo la ciudad y el Distrito de Veta Grande; la de los Distritos de Fresnillo y Plateros, y la del Valle de México para enlazarla con la de la Serranía de Real del Monte.

La Carta se acompañaría de una Memoria, con la descripción mineralógica de cada Distrito y la clasificación del “orden geológico definitivo”. Las colecciones se enviarían al Colegio de Minería. Del Castillo parece haber realizado el reconocimiento de los minerales de Zacatecas y Guanajuato, pero no llegó a construir la Carta que prometió entregar en agosto de 1866.³⁸⁹

Presumiblemente el avance del ejército republicano que daría fin al Imperio, habría cortado el *ciclo de acumulación* y la carta tendría que esperar más de veinte años para materializarse en un contexto político e institucional totalmente diferente. Sin embargo, conviene advertir desde este momento la prominencia de Antonio del Castillo dentro de las redes de

³⁸⁹ La propuesta se presentó el 28 de diciembre de 1864 y fue aprobada el 11 de enero de 1865. Robles Pezuela registra la contratación de Castillo para “ocuparse del reconocimiento [geológico] del Valle en general, y en particular de los minerales de Zacatecas, Guanajuato, etc.” Y le comunica a Maximiliano que la comisión “debería terminar en agosto del año entrante”. (Robles, Pezuela, *Memoria de Fomento... de los trabajos [del] año de 1865*, p. 11; v.t. Ramírez, *Datos para la historia...*, p. 450-451)

Fomento, en particular la relación con Orozco y Berra, Río de la Loza, García Cubas y otros individuos que cobrarían importancia en los años por venir.

Entretanto, otro proyecto puso la mira en la Sierra de Huauchinango y organizó una Comisión Científica, que tendría como objetivo "reconocer el camino entre Tulancingo y este punto, los terrenos baldíos de éste, [la] formación del croquis, [el estudio del] clima, [las actividades productivas] y las minas..." Los miembros de la Comisión –establecida el 15 de julio de 1865- fueron Ramón Almaraz, Antonio García Cubas y Guillermo Hay. La expedición duró un mes y Almaraz presentó una *Memoria* que incluye una breve descripción de la geología de los terrenos de Metlaltoyuca y un "croquis del camino de Tulancingo a la Mesa de Coroneles con un corte geológico teórico".³⁹⁰

Además de los proyectos mencionados hubo otros de menor cuantía, así como un buen número de trabajos que se dieron a la imprenta a lo largo del cuatrienio imperial. Entre los autores más prolíficos está Antonio del Castillo, quien además de las iniciativas y los estudios publicados que he mencionado, elaboró un *Catálogo de las especies minerales y de sus variedades... en México*; escribió unas "Indicaciones acerca de la reforma de las *Ordenanzas de Minería*"; y mandó a Berlín el trabajo de paleontología que mencioné.³⁹¹ Burkart no se quedó atrás, pues además de publicar un artículo sobre el meteorito de Antonio del Castillo y otro sobre los fierros meteóricos encontrados en México, en estos años escribió sobre la mineralogía de México y otros temas de manera independiente y colaboró con la *Commission Scientifique du Mexique* con una tabla de

³⁹⁰ Los datos están tomados de Ramírez, *Datos para la historia...*, p. 457; y Aguilar y Santillán, *BG*, p. 8.

³⁹¹ Entre 1861 y 1867, del Castillo publicó 6 estudios en diferentes medios. Su producción total, de acuerdo con Aguilar, suma 43 trabajos –cartas, planos, cortes, artículos y libros. (Aguilar y Santillán, *BG*, p. 43-48)

determinaciones barométricas y altimétricas de diferentes lugares del país.³⁹²

Brasseur también puso su granito de arena, si atendemos a Aguilar, pues los trabajos arqueológicos que realizó durante la expedición francesa contienen notas hidrográficas y geológicas de la península de Yucatán; apuntes sobre los cenotes; así como las “fechas y tradiciones sobre las convulsiones de la naturaleza” en la región maya.³⁹³ Saussure parece haber recorrido la misma zona, ya que fue en esta época cuando reunió los datos para sus *Antigüedades mexicanas* y los reportes que aparecieron en la serie de la *Mission Scientifique du Mexique et de l’Amérique Centrale*.³⁹⁴

Y por si no fuera suficiente, aún falta agregar uno de los proyectos locales en donde se observa un sugestivo viraje en la organización de la *práctica* científica de México, además de revelar las discrepancias entre los **intereses** de las redes.

Me refiero a la Comisión Científica de Pachuca, que publicó una *Memoria* con ciertas semejanzas con los trabajos de origen oficial que se han analizado, en virtud del amplio abanico de estudios que abarcó (geográficos, mineralógicos, geológicos, botánicos, zoológicos, estadísticos y arqueológicos).³⁹⁵ Pero con la trascendental diferencia que supone la integración de un mediano equipo de *especialistas*, quienes redactaron y publicaron sus estudios en informes independientes que indican compartimentos disciplinarios mejor delimitados. Con ello se manifestarían aquí las novedades en la organización de la *práctica* y su coincidencia con los acotamientos del horizonte cultural metropolitano.

³⁹² Entre 1861-1867, Burkart publicó 8 trabajos en diferentes medios. (Aguilar y Santillán, *BG*, p. 35-36)

³⁹³ Aguilar, *BG*, p. 29-30.

³⁹⁴ Ambos trabajos se publicaron en 1891.

³⁹⁵ Almaraz, Ramón, *Memoria de los trabajos ejecutados por la Comisión científica de Pachuca en el año de 1864. Mandada publicar de orden de S. M. I. Por el Ministerio de Fomento*, (La *Memoria* ha sido analizada por Víctor Ballesteros, a quien debemos la edición facsimilar.)

Para los objetivos de este estudio, el trabajo cuenta con la ventaja de estar montado entre los proyectos del gobierno liberal de Juárez y los del Emperador Maximiliano, de modo que evidentemente, su ejecución involucró **intereses** conflictivos. El proceso de *atribución*, en consecuencia, está lleno de equívocos, descargos y aclaraciones.

De acuerdo con Orozco y Berra, el origen de la Comisión de Pachuca se remite a la Comisión del Valle de México, que detallé en páginas anteriores. La filiación alude a la continuidad que quiso darse a los proyectos de la República durante el Imperio, mediante la *traducción* de los **intereses** de aquella en términos de los del último, sin que esto evitara que se colaran algunos **intereses** que sólo los franceses habían manifestado.³⁹⁶

En todo caso, los *hechos* de la expedición de Pachuca se integraron al *patrimonio* como vástagos de la Comisión del Valle de México. Así se advierte desde la portada de la *Memoria*; así se efectuó parte de la investigación (cuando se ligó la triangulación hacia el sur para encontrarse con la del Valle) y así consta en el plano de Teotihuacán, firmado por "los ingenieros de la Comisión del Valle México."³⁹⁷

No obstante, el proyecto de Pachuca surgió en el marco de los **intereses** del II Imperio que promovió varias iniciativas con el objetivo de estudiar los distritos mineros, como advertí en relación con Antonio del Castillo y la Comisión de la Sierra de Huauchinango.

Salazar Ilarregui era entonces el Ministro de Fomento -con Orozco de Subsecretario-, y uno de sus primeros acuerdos fue la organización de dos comisiones una en Guanajuato y otra en los distritos mineros de Pachuca, Real del Monte, Atotonilco el Chico, Santa Rosa y otros. La primera no se materializó y la segunda es la que nos ocupa. Entretanto,

³⁹⁶ También habría que considerar aquí la reciente fundación de la Escuela Práctica de Minas de Pachuca (1863), que colocaría a la región en una zona de **interés** privilegiado para las distintas redes.

³⁹⁷ Después, la *Historia de la geografía* de Orozco y Berra reiteraría la hermandad de ambas comisiones. Pero ya era el año de 1881.

Antonio del Castillo andaba en los minerales de Zacatecas y Guanajuato, mientras los exploradores franceses recorrían los distritos que referí, al tiempo que reunían toda la bibliografía publicada sobre el tema.

Esto explicaría en parte, la exigencia de incluir todas las aclaraciones que aparecen en la *Memoria de Pachuca*. Aunque no hubieran hecho falta, pues como dije, la Comisión de Pachuca tuvo la virtud de satisfacer los **intereses** de las diferentes redes y la *Memoria* se incorporó directamente al *patrimonio*.

Sus objetivos eran muy simples: levantar el plano topográfico de los distritos mineros que mencioné; formar su estadística; estudiar su historia natural y recoger datos para determinar las riquezas agrícola, mineral y manufacturera.³⁹⁸ De conformidad con ellos se nombró responsable al ingeniero topógrafo Ramón Almaraz, quien organizó la comisión dividiendo los trabajos en tres secciones -Topografía, Minas e Historia Natural-, que se integraron con 8 topógrafos y 3 naturalistas, quienes salieron de México el 16 de enero de 1864.³⁹⁹

La *Memoria*, publicada el año siguiente, revela una mayor fidelidad con los objetivos que todas las comisiones científicas gubernamentales que se han analizado. Inicia con un apartado de Almaraz en el que detalla el plan de trabajo, la integración del equipo de investigadores, el instrumental que se les proporcionó, así como los itinerarios y las actividades que se efectuaron durante 17 meses. La *Memoria* se dividió en seis partes que reflejan la demarcación de fronteras disciplinarias, como indiqué, aunque la que atiende los temas que me interesan, traspasa todos los acotamientos.

³⁹⁸ Orozco y Berra, *Historia de la geografía...*, p. 396.

³⁹⁹ La Comisión de Pachuca estuvo integrada por Almaraz, como Director; el Ing. de Minas Manuel Espinosa; los Topógrafos Juan F. Martín, Javier Yañez y Rafael Barberi; Antonio García Cubas; José M. Romero, José Serrano; y Manuel M. Villada. Después el último se auxilió de Alfonso Herrera y Gumesindo Mendoza.

Me refiero a la tercera parte, titulada “Memoria sobre el distrito de Pachuca” y firmada por José Ma. Romero.⁴⁰⁰ Su valor radica en que con mayor o regular detalle -dependiendo de la localidad-, detalla posiciones geográficas, descripciones del entorno, registros de temperatura y presión atmosférica, clima, características geológicas y variedades mineralógicas. Para analizar la viabilidad de las empresas, incluye datos de población y valor de la propiedad; el estado de la instrucción pública, el comercio, la industria manufacturera, las vías de comunicación y la productividad de las empresas mineras.⁴⁰¹

La segunda y sexta partes se salen de los objetivos originales, pues una se dedica a la determinación astronómica de Teotihuacán, que practicó Francisco Jiménez y la otra, titulada "Apuntes sobre las pirámides de San Juan Teotihuacán" fue escrita por Almaraz, pese a su confesa ignorancia en materia de historia y arqueología. En este punto asoman con claridad los **intereses** arqueológicos de los franceses, que promoviera con tanto ahínco el abate Brasseur.

Como dije, independientemente de los conflictos entre los **intereses**, la *Memoria de la Comisión de Pachuca* enriqueció el *patrimonio* científico de México, pero además los centros de acopio –locales y presumiblemente metropolitanos- acrecentaron sus acervos con mapas y colecciones. Ramírez enumera los que se entregaron al Ministerio de Fomento con la *Memoria*: “un plano general; seis de poblaciones, mineros y de detalles; el primer tomo del herbario; una colección de aves disecadas y otra de maderas”.⁴⁰²

⁴⁰⁰ El naturalista Manuel María Villada se encargó de la cuarta y quinta partes, en donde detalló la Flora y la Fauna de la región, respectivamente.

⁴⁰¹ Ocasionalmente se incluye la historia de las localidades. A partir de esta caracterización, hoy podría situarse el trabajo dentro de los márgenes de la **geografía**, pero su demarcación epistemológica y social aún estaba en proceso, como es sabido.

⁴⁰² Con ánimo conciliador, podría conjeturarse que Maximiliano hubiera puesto parte de esta riqueza en el Museo que tanto procuraba, pero habría que probarlo. De lo que sí hay noticia es de los especímenes y colecciones que emigraron a Francia con Bazaine. (Sobre las colecciones, v. Ramírez, *Datos... Colegio de Minería*, p. 454-455)

En este punto es preciso recordar que todas las actividades científicas que he reseñado se llevaron a cabo en los márgenes de la sangrienta guerra que libraban los republicanos contra los invasores. Faltaría en relación con esto, hacer una representación cartográfica que permitiera comparar la dinámica de las campañas militares y las expediciones científicas de la CSM, pues se sabe de algunas que fueron simultáneas –como la travesía de Guillemín de la Mesa Central a Chihuahua. En este sentido, las palabras de Duruy fueron proféticas cuando advirtió que “los expedicionarios seguirían las huellas de sus soldados...”

De hecho, hacia 1867 el contradictorio mensaje que enviara el Emperador ya no engañaba a nadie: la misión científica que se planteara en aras de la Civilización y de la Ciencia, se abrió paso a fuerza de bayoneta cuando hizo falta. De modo que cuando fracasó la aventura imperial, los científicos que participaron en ella precisaron de una nueva *traducción* que se escudaría en la presunta neutralidad de la ciencia y en su capacidad para proporcionar beneficios que trascendían las fronteras, eludiendo lealtades y simpatías políticas. Cuando la *traducción* se consumó, los mismos científicos que colaboraron con Maximiliano se hicieron republicanos y le sacaron jugo a su experiencia.

Así que antes de darle paso a la Restauración de la República, es necesario resumir el efecto que tuvo la gran laboriosidad científica que se escenificó durante el Imperio.

En primer término habría que recordar que el impacto más duradero para el progreso de la ciencia está asociado con el número y la variedad de los intercambios entre los investigadores, en particular, de los centros metropolitanos. Y en segundo término, hay que tener presente, que los procesos de *validación* y *atribución* se llevan a cabo en estos últimos, por lo que la integración de las investigaciones al *patrimonio* “universal” de la

geología depende de las relaciones de la comunidad científica local con las redes metropolitanas.

Con esto en mente, podría concluirse que la presencia de los franceses en nuestro país adquirió un significado para el desarrollo de la ciencia mexicana que rebasó los objetivos de la empresa imperial. Pues a través de la interacción continua de los científicos europeos con los mexicanos, se renovaron los métodos de investigación; se incorporaron nuevos objetos de estudio y se integró instrumental y bibliografía de actualidad a las instituciones. En el terreno de las últimas, los beneficios fueron mayores, pues durante el Imperio se pusieron en evidencia las ventajas de una innovadora forma de organización de la *práctica* científica que se mantuvo como modelo después de la Restauración de la República (gracias a los colaboradores de Maximiliano). Y por último, los lazos que se establecieron con las redes metropolitanas, intensificaron los intercambios hacia sus centros de acopio y los mexicanos “comenzaron a producir” *hechos científicos*, entendido esto en el sentido de la receptividad que tuvieron sus trabajos en el *patrimonio "universal"* de las ciencias.

En el caso concreto de la geología, el plan de trabajo y las actividades que alcanzaron a concluir los expedicionarios, dejaron como legado un programa de investigación a largo plazo que colocaría a la geología mexicana en un lugar privilegiado en el marco de la evolución general de la disciplina. Esto en virtud de que se indicaron los objetos de estudio que exigían los vacíos en la especialidad, así como aquéllos que podrían contribuir a la resolución de las controversias teóricas del momento. Se apuntaron nuevas orientaciones al desarrollo de la geología que involucraban fenómenos regionales y que sólo podían efectuarse en este espacio geográfico -como la disposición geológica del Eje Volcánico o la abundancia de meteoritos que tanto enfatizaron.

De acuerdo con lo anterior, es significativa la aparición de estudios mexicanos en la bibliografía europea, vinculada directamente con los proyectos de la *Commission Scientifique du Mexique*. Tal continuidad se explica a través del liderazgo de Antonio del Castillo y Santiago Ramírez, quienes contarían con la colaboración de los discípulos que irían formando en los años subsecuentes.

La misma continuidad se observa en el Museo Nacional que siguió apoyando el crecimiento de la Sección de Historia Natural y abrigó a una nueva asociación científica en la que se promovería el estudio de temas relacionados con la geología de México.

Me refiero a la Sociedad Mexicana de Historia Natural, cuyo primer Presidente fue justamente Antonio del Castillo (1868), quien en su discurso inaugural advirtió que “el fecundo desarrollo de las ciencias naturales permitiría librarnos del tributo que pagamos al extranjero”.⁴⁰³ Entre los socios fundadores que le escucharon, se encontraban José Joaquín Arriaga, Alfonso Herrera, Gumesindo Mendoza, Antonio Peñafiel, Leopoldo Río de la Loza y Manuel María Villada, todos ellos colaboradores de Maximiliano.⁴⁰⁴

Pero su presencia en las redes científicas republicanas no debe ser motivo de extrañeza. Considérese la respuesta que recibió el Presidente Juárez cuando preguntó por qué cierto “intelectual se había prestado a servir a Maximiliano”. Dn. José María Iglesias resumió en una frase la única explicación plausible: “Desengáñate Benito, al Imperio sirvieron los que servían...”⁴⁰⁵

⁴⁰³ Castillo, A. del, “Discurso pronunciado... en la sesión inaugural... 6 de septiembre de 1868”.

⁴⁰⁴ Otros tres socios fundadores que aún no he localizado en las nóminas imperiales eran Francisco Cordero y Hoyos, Jesús Sánchez y Manuel Urbina. (v. Azuela, *Tres sociedades científicas...*, p. 64-65)

⁴⁰⁵ La pregunta se refería a “un pariente” de D. José Ma. Iglesias, presumiblemente alguno de los que participaron en la obra del desagüe (los ingenieros Miguel o José Iglesias) [El diálogo se cit. en Rubén García, “Manuel Orozco y Berra”, *BSMGE*, tomo 44, p. 267; los nombres de los Iglesias están en Espinosa, “Reseña histórica y técnica de las obras del desagüe...”, p. 324 y ss.]

En este punto es importante volver a la cuestión de los **intereses**, para advertir que ahora los **intereses** de México eran los **intereses** de la República. Con esto en mente, Juárez hizo lo mismo que su enemigo: servirse de los que servían. Con la ventaja de que los científicos que sirvieron a Maximiliano, ahora "servían" más.

Esto lo probó con creces Don Antonio del Castillo, quien con sus colegas de Minería, promovió una serie de iniciativas que impulsaron el desarrollo de la geología mexicana y condujeron sus resultados al *patrimonio "universal"* de las ciencias.

3

**Un *atajo* para el ciclo de acumulación:
La integración a las redes metropolitanas
y la creación del Instituto Geológico de México (1867-1895)**

En el último tercio del siglo XIX, las metrópolis habían acumulado un acervo significativo de *hechos* sobre la constitución geológica de diferentes partes del mundo. Ya fuera que provinieran de sus iniciativas expansionistas -y del colonialismo informal-, o bien de las comisiones nacionales de exploración que surgieron en el período anterior.

El sustancial incremento del *patrimonio* de la geología había estado acompañado de los acuerdos sociales y epistemológicos que configuraron su demarcación en el horizonte cultural. Faltaba únicamente consolidar el proceso de "socialización formal", mediante la integración de redes institucionales de la especialidad -sociedades científicas e institutos de investigación-, en donde se estabilizaría el *ethos* de la disciplina.

Esto ocurrió en el período que voy a examinar, cuando la proliferación de sociedades geológicas en todo el mundo, abrió paso a la organización de los primeros congresos geológicos internacionales (1878). En su seno se acordaron procedimientos uniformes y métodos canónicos de investigación; la utilización de nomenclaturas, clasificaciones y representaciones gráficas de carácter universal; y se idearon proyectos de colaboración internacional. El más importante de ellos fue la integración de los mapas geológicos nacionales en la carta geológica del globo, que promovieron los congresistas.

En este contexto, la socialización "formal" de la geología introducía nuevos imperativos a los hombres de ciencia: sus eficientes canales de

comunicación -congresos, publicaciones, proyectos internacionales- exigía la multiplicación de los intercambios entre las redes. Se había establecido una nueva *distribución de valor*, en donde las iniciativas personales –y estrictamente locales- perdieron peso frente a las redes institucionales. La consecuencia inmediata fue la agudización de las *asimetrías* entre las redes metropolitanas y periféricas, que impuso una mayor urgencia al esfuerzo de integrar la acción individual al esfuerzo colectivo.

El papel de los individuos (como del Castillo) en este escenario, sólo tendría relevancia en función de su capacidad para negociar los acuerdos sociales que conducirían a la demarcación e institucionalización de la disciplina. Mientras que sus “aportaciones” personales a los contenidos cognitivos de la geología operarían como soporte de aquellos acuerdos, si y sólo si, se *validaban* en términos de los **intereses** locales dominantes, o cuando lograban sumarse al *ciclo de acumulación* del “sistema internacional de conocimiento”.⁴⁰⁶

Esto último se había puesto en cruel evidencia durante el II Imperio, cuando se desestimaron *a priori* las capacidades científicas locales y su eventual *validación* tuvo que sujetarse a la implementación de la normativa metropolitana. Lo anterior tuvo un impacto tal, que podría afirmarse que la experiencia imperial forzó el entrenamiento intensivo de los científicos mexicanos para *domesticar* el *ethos* de la ciencia europea y ampliar la capacidad de las redes locales para desplegarse hacia los centros de acopio de las metrópolis.

Pero aquéllas no eran tareas que pudieran llevarse a cabo directamente, requerían de la intervención de actores específicos que operaran como intermediarios entre las redes para *traducir* los **intereses** de

⁴⁰⁶ Por ello, en adelante me referiré menos a las “aportaciones” que a las “negociaciones”. La restricción tiene además un sentido práctico, pues el proceso de emergencia de la geología en el horizonte cultural produjo una proliferación de trabajos de la especialidad. Baste indicar que Aguilar registra 54 entradas bajo la rúbrica de Antonio del Castillo, 64 en la de Bárcena y 127 en la de Santiago Ramírez. De ahí que en adelante sólo excepcionalmente se aludirá a sus “aportaciones” al *patrimonio*.

unas y otras y *desplazarlos* en la dirección conveniente. Éste había sido el papel de los colaboradores de Maximiliano durante la Intervención y el factor que explicaría su permanencia dentro de las redes científicas locales en los años subsiguientes.

Obviamente no todos los intermediarios del Imperio sobrevivieron su caída, como en el caso de Salazar Ilarregui cuya “desaparición” de las redes científicas fue definitiva. Orozco y Berra, en cambio, pudo abrirse un discreto espacio dentro de la comunidad científica que le permitió actuar tras bambalinas para que los nuevos *portavoces* le dieran continuidad a sus proyectos.⁴⁰⁷ Otros, como Antonio del Castillo, corrieron con mejor suerte en el tránsito del Imperio a la República. Pero su permanencia no fue obra de la casualidad o del carisma personal, sino de su habilidad para incorporarse a las redes imperiales y luego establecer las condiciones para que su posición dentro de las republicanas resultara indispensable.

De ahí que valga la pena analizar el caso de Antonio del Castillo, para observar los factores que operaron en su exitoso metamorfismo, que de alguna manera flanquearía el devenir de la geología en los años por venir:

Habría que recordar en primer término, que el geólogo entró en contacto con los franceses desde la tierna edad de los doce años, en la exclusiva escuela de Mathew de Fossey,⁴⁰⁸ donde se familiarizó con el idioma y “la civilización” galos y departió con los vástagos de las élites políticas y económicas de su tiempo. Posteriormente, durante su formación profesional en Minería supo integrarse a las redes internacionales,

⁴⁰⁷ Luego de su liberación (septiembre de 1867), sus amigos le procuraron empleo en la Casa de Moneda y después le reintegraron a la SMGE (1870). (García, R., "Manuel Orozco y Berra", p. 274)

⁴⁰⁸ Mathieu de Fossey (1805- c. 1870) nació en Francia, de donde emigró para establecerse en el Istmo de Tehuantepec. El fracaso de la colonia de Coatzacoalcos lo condujo a la Cd. de México, en donde aprovechó sus estudios universitarios para ejercer el magisterio. Fue director de Educación en Colima y se le encomendó el establecimiento de una escuela Normal. A partir de 1831 se estableció nuevamente en la capital, para dirigir una escuela particular donde acudían los hijos de las familias más acaudaladas. Parece haber salido del país al mediar el siglo. En México publicó *Viaje a México* (1844) y en París, *Le Mexique* (1857).

aprovechando las relaciones de su profesor del Río, como se manifiesta en su correspondencia y colaboración con Burkart, previas a la Intervención.

Con estos antecedentes, es razonable pensar que el más brillante profesor de geología del país se revelara como el interlocutor natural de los geólogos del Imperio. Aunque tampoco puede excluirse que el propio Burkart influyera en la afiliación de Antonio del Castillo en los proyectos imperiales.

Su supervivencia en la República Restaurada fue igualmente natural, pues no sólo tenía la ventaja de haberse mantenido al margen de los cargos públicos que enviaron a Salazar al destierro y a Orozco a la cárcel,⁴⁰⁹ sino que resultaba tan útil para Juárez como lo había sido para Maximiliano.

Desde luego, su preeminencia en las redes políticas y científicas se sustentaba tanto en la posición y la fortuna de su familia, como en su talento como *portavoz* y *traductor* de unos y otros. En el caso de las redes científicas, Castillo contaba con la ventaja de pertenecer a uno de los gremios profesionales más poderosos del país. Un grupo del que difícilmente se podría prescindir para la supervivencia material del país. Aquí la *traducción* de los **intereses** era prácticamente superflua.

En donde había que esforzarse un poco más, era en forjar la coyuntura para promover los **intereses** científicos que habían levantado el vuelo durante la Intervención. Especialmente aquéllos que prometían la incorporación de la ciencia mexicana en las redes metropolitanas. Pero afortunadamente, Castillo no estaba solo en este empeño. Había un número considerable de colegas que podían aportar su granito de arena en la *traducción* republicana que se requería.

Por eso no es casual que se formara entonces la Sociedad Mexicana de Historia Natural (SMHN), a partir de un núcleo de antiguos

⁴⁰⁹ Considérese aquí que Castillo dejó incluso su puesto de profesor en Minería y que su colaboración con Maximiliano fue “por contrato”.

colaboradores de Maximiliano. Ni tampoco es providencial que en ella se trazara la estrategia que *tradiujo* los **intereses** científicos que abrigaban, en los **intereses** políticos de Juárez, y obligara a **todos** –científicos y políticos– a cruzar por el *atajo* que habían creado.

La oportunidad era inmejorable, pues de hecho la República requería de un *atajo* ante la simbólica y temporal clausura del “camino real” que transitara Maximiliano para conducir sus **intereses** (la Sociedad de Geografía).⁴¹⁰ Además, los “moderados” se afanaban con los “rojos” en la instrumentación del postergado proyecto de establecer un orden racional con base en el desarrollo científico. Este es el sentido del apoyo que brindaron Juárez y Lerdo a la SMHN, que he explicado en otros trabajos.

Una vez que los naturalistas consolidaron su posición entre las redes, estuvieron en condiciones de *traducir* a sus colegas, por qué los científicos metropolitanos actuaban de esta manera y no de otra; cuáles eran las ventajas de sus actos y de sus formas de asociación; qué decían de la ciencia mexicana y lo que ésta podía ofrecerles a unos y otros (siempre y cuando vinieran por el *atajo* de la SMHN). La *traducción* para los gobernantes tuvo otro cariz: les ofrecieron riqueza (a través de la investigación de los recursos de México), prestigio (“México se incorporaría al concierto de las naciones civilizadas”) y poder (información para centralizar el control).

Al final del proceso, diría Callon, “sólo se oían voces hablando al unísono”: la República apoyaría a la ciencia para garantizar el progreso de México. La ciencia, coreaba del Castillo, “permitiría librarnos del tributo que pagamos al extranjero” (siempre y cuando se tomara el *atajo* de la SMHN).

⁴¹⁰ La SMGE había funcionado como uno de los centros de acopio de Maximiliano. Al respecto podría decirse que su caída representó el truncamiento del *ciclo de acumulación* que se había emprendido (v.g. el mapa del Imperio de Orozco). Recuérdese además, que luego de un año de clausura, Juárez recompuso la nómina de la SMGE, expulsando a “todos los colaboradores del invasor”. (v. Azuela, *Tres sociedades científicas...*, p. 31-33)

Desde luego, la eficacia de la *traducción* de los naturalistas no carecía de antecedentes, ni estaba dirigida a un individuo privado de sensibilidad. Por el contrario, Juárez había sido muy receptivo a las iniciativas de los hombres de ciencia, como lo prueba su apoyo al Observatorio Astronómico de Díaz Covarrubias (1862) y la inclusión del astrónomo en los altos mandos de Fomento.⁴¹¹

Además Juárez contaba con una visión y sagacidad, curtidas a fuerza de remontar obstáculos. De manera que si ahora podía sustentar sus proyectos en una comunidad científica que había madurado bajo los cuidados de su peor enemigo, era sólo cuestión de *traducir* los costos y sopesar las ganancias. En este caso, el costo material y humano había sido tan alto que sólo un necio o un fanático lo desperdiciaría y Juárez era un político astuto, por encima de todos sus defectos y debilidades.

Por eso, y para presidir el control sobre la actividad científica, Juárez desmanteló la nómina de la Sociedad de Geografía y colocó a la de Historia Natural al alcance de sus redes para promover los **intereses** de la República.

Lo mismo hizo cuando convocó a la comunidad científica e intelectual a diseñar una reforma a la Instrucción Pública destinada a apuntalar la formación de los nuevos cuadros profesionales que coadyuvarían a emprender la modernización del país.⁴¹² La reforma, como han reiterado sus estudiosos, tomaba como punto de partida la creación de una Escuela Nacional Preparatoria (ENP) e incluía la reorganización de la

⁴¹¹ En 1867 le nombró Oficial Mayor del Ministro Blas Balcárcel. El astrónomo permaneció en el cargo hasta la caída de Lerdo de Tejada.

⁴¹² Los integrantes de la *Comisión de Instrucción Pública* fueron: los médicos Gabino Barreda, Pedro Contreras Elizalde e Ignacio Alvarado; el químico Río de la Loza, el botánico Alfonso Herrera y el astrónomo Díaz Covarrubias. Los abogados fueron: José Ma. Díaz Covarrubias -a la cabeza-, Eulalio M. Ortega, Agustín de Bazán y Caravantes y Antonino Tagle.

educación superior,⁴¹³ en donde destaca la transformación del antiguo Colegio de Minería, en una actualizada Escuela de Ingenieros.⁴¹⁴

Para establecer la continuidad con los proyectos educativos del Imperio, podría atenderse a las fuentes que vinculan los modernos planes de estudios y laboratorios de la Escuela Nacional Preparatoria, con los del Liceo que funcionó entonces en San Ildefonso.⁴¹⁵ O bien, con los del Ateneo Mexicano, cuyos cursos y programas habrían servido de modelo para la ENP. De acuerdo con Santiago Ramírez, los últimos comprendían la “instrucción Primaria y la Secundaria que abraza la [actual] Preparatoria para todas las carreras profesionales”. El Ateneo, agrega, “sirvió de base [a la Escuela que] se abrió después, conforme a un programa en que tomaron parte -y a unas clases que sirvieron- algunos alumnos del Colegio [de Minería]”.⁴¹⁶ Y ya de lleno en el terreno de la especulación, no podría descartarse cierta relación entre la Escuela de Ingeniería y el proyecto de Politécnico de Maximiliano.⁴¹⁷

Como la cuestión rebasa los objetivos de este trabajo, baste señalar que para el caso de la geología, las reformas significaban un hito en la gesta heroica de aquellos “geólogos” –con título de mineralogista- que no habían cejado en su empeño de investigar el territorio mexicano de acuerdo con los cánones de la nueva disciplina. Esto fue particularmente evidente en la Escuela de Ingenieros, en donde se logró que la asignatura que inspiraría las vocaciones de las nuevas generaciones, incluyera ahora la enseñanza de

⁴¹³ El viejo *Colegio de San Ildefonso* se transformó en *Escuela de Jurisprudencia* y se modernizó la *Escuela de Medicina*.

⁴¹⁴ La novedad radicaba en los títulos que ofrecía (Ingeniero de Minas, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Civil, Ingeniero Topógrafo e Hidromensor e Ingeniero Geógrafo e Hidrógrafo) y en los respectivos planes de estudios.

⁴¹⁵ Liceaga considera que el gabinete de física que él fundó como profesor del Liceo, fue el origen del que después tuvo la Preparatoria. (v. Liceaga, E. *Mis recuerdos de otros tiempos*, p. 33 y 44)

⁴¹⁶ El Ateneo se fundó el 2 de enero de 1867. (Ramírez, *Datos... Colegio de Minería*, p. 479)

⁴¹⁷ La impugnación del proyecto del politécnico encabezada por Velázquez de León, condujo a una salida salomónica: En diciembre 1865 se firmó el decreto que establecía "la *Escuela Politécnica* para los Ingenieros Mecánicos, Topógrafos y Civiles", y el mismo documento "reconocía [la permanencia de] la *Escuela de Minas*". (Artículos 143 y 144 de la "Ley de Instrucción Pública", presentada el 19 de diciembre de 1864 y expedida el 27 de diciembre de 1865.)

la paleontología.⁴¹⁸ Con ello, la formación de los ingenieros de minas abarcaba ahora las tres subdisciplinas que -con la física y la química- completaban el entrenamiento sistemático basado en los contenidos teóricos y esotéricos de la geología de su tiempo.⁴¹⁹

Desde luego, la modernización educativa se apuntaló con la instalación de laboratorios y observatorios en los planteles educativos, y en la realización de prácticas de campo.⁴²⁰ Éstas últimas, como sus predecesoras del Seminario y el Colegio de Minería, sirvieron para llevar a cabo exploraciones geológicas y mineralógicas inéditas que incrementaron el *patrimonio* de los centros de acopio existentes -Ingeniería, Fomento y el Museo- y sirvieron de base para la negociación que crearía otros nuevos.

Podría decirse al respecto, que los hombres de ciencia habían conducido una exitosa *traducción* de los **intereses** científicos de las especialidades emergentes en los **intereses** educativos del régimen. (Juárez vería la imagen especular de la misma *traducción*.)

En cuanto a la efectividad de la Reforma, su prueba de fuego tendría que rastrearse en el desempeño de los conejillos de indias que se sujetaron a ella. Si consideramos aquí la carrera de Mariano Bárcena,⁴²¹ el dictamen sería por fuerza favorable en lo que toca al desarrollo de la geología, ya que después de tan sólo un año en la Preparatoria, pasó a Ingeniería en donde se convirtió en uno de los discípulos más brillantes de Antonio del Castillo.

⁴¹⁸ En realidad hubo una primera propuesta para incluir la paleontología en los planes de estudio 1861, cuya vigencia habría sido truncada por el Imperio. (Dublán y Lozano, "Decreto del gobierno sobre la instrucción pública", *op. cit.*, tomo IX, art. 25, p. 153-154)

⁴¹⁹ Los Ingenieros de Minas debían cursar: Mecánica aplicada a las minas y a la construcción, topografía, química aplicada, análisis químico, mineralogía, metalurgia, geología, paleontología, botánica, zoología, pozos artesianos, ordenanzas de minería y prácticas de minas. (Dublán y Lozano, tomo X, 1867-1869, documento 6182, p. 195)

⁴²⁰ A los laboratorios y observatorios de la Preparatoria se sumaban un Jardín Botánico y un pequeño zoológico. (v. Azuela y Guevara, "La obra del naturalista Alfonso Herrera Fernández", p. 60-72)

⁴²¹ Mariano Bárcena (1841-1899) nació en Ameca, Jalisco. En 1865 partió a la Ciudad de México para inscribirse en la Escuela de San Carlos, donde cursó parcialmente sus estudios preparatorios y resolvió seguir una carrera científica. Su desempeño como estudiante lo hizo merecedor de la Orden de Guadalupe (1866). Ingresó a la ENP en 1868 y un año después a la de Ingeniería, en donde obtuvo el título de topógrafo en 1871. (Ramírez, "Elogio fúnebre..."; Riva Palacio, "Mariano Bárcena"; Paz, *Los hombres prominentes de México*)

La relación de Bárcena con su mentor le abrió el acceso a los círculos intelectuales de la época: en 1871 ingresó como socio de número a la SMHN y en 1872 a la de Geografía, al tiempo que se le nombraba profesor suplente de la cátedra de mineralogía y geología que desocupara temporalmente del Castillo.

Desde luego, estas acciones representan un ejemplo de la estrategia que emprendiera del Castillo para el desarrollo de la investigación geológica. En este caso, el *reclutamiento* de Bárcena, significa la *domesticación* de los mecanismos que operaban en los sistemas de educación superior europeos. No se trataba de una novedad, pues desde la época de Andrés Manuel del Río, el Colegio de Minas había aplicado sus modestos recursos a la exploración del territorio y el acopio de *hechos* sobre su constitución física. De esta manera, las prácticas de campo de las clases de mineralogía y geología habrían operado como el mecanismo para adiestrar a las nuevas generaciones de “geólogos”.

La novedad en la estrategia de Castillo, radicaba en que el entrenamiento de los eventuales investigadores contemplaba su integración a las organismos científicos “formalmente socializados”, en donde se les induciría a publicar. Para cerrar el círculo, sólo faltaba la disposición y el talento de Bárcena,⁴²² elementos que se manifestaron en su desempeño en el entorno de las redes:

Si su mera formación lo había colocado dentro del gremio profesional más importante de la época, su incorporación en la asociación de los naturalistas significó su acceso a las redes científicas locales e internacionales.⁴²³ Consciente de los **intereses** de las redes y bajo el

⁴²² Aunque tomo el ejemplo de Bárcena como paradigmático, Santiago Ramírez se sujetaría a un proceso de *reclutamiento* muy semejante. De hecho, en el periodo 1863-1867 se desempeñó como sustituto de Antonio del Castillo en la cátedra de Mineralogía. (Ramírez, *Datos para la historia...*, p. 488 y 448; Aguilera, "Antonio del Castillo...", p. 3)

⁴²³ Desde luego la SMHN integró a sus viejos conocidos como socios corresponsales y estableció intercambios de publicaciones con las sociedades científicas más importantes de la época. (v. Azuela, *Tres sociedades científicas...*, p. 68-69)

impulso de su propia vocación, Bárcena aprovechó el interinato en Ingeniería para realizar una primera investigación científica, durante el desarrollo de la práctica de la asignatura que impartió en 1872.

Aquí conviene citar al propio Bárcena para contemplar desde la perspectiva del actor, el papel que desempeñaba la Escuela en el desarrollo de la investigación geológica y la concreción del *ciclo de acumulación*.

Dice el joven profesor:

[Conduje a mis alumnos] a estudiar en grande las masas minerales [que habían visto] en pequeño en el gabinete de estudio de la Escuela, para poder observar sus relaciones recíprocas y para enriquecer los conocimientos científicos con la descripción de una nueva localidad, para lo que era necesario fijarse en alguna que estuviese menos explorada.⁴²⁴

Bárcena eligió la región de “los cuatro distritos de San Juan del Río, Tolimán y Cadereita [sic] y parte de Querétaro”, donde encontró “un excelente campo de observaciones, al grado que puede considerarse el terreno explorado como un vasto gabinete, que les presentó una gran variedad de ejemplares colocados en las circunstancias más interesantes y acaso más difíciles para el estudio de la Geología”.⁴²⁵

Pero no limitó su campo de estudio a esta disciplina, e incluyó observaciones y datos sobre cuestiones botánicas, zoológicas, históricas, arqueológicas, estadísticas y geográficas, sin merma de la calidad del examen geológico y mineralógico que llevó a cabo. (Aquí se integran los **intereses** de todas las redes.)

Este último examen, dice Ramírez, comprendió la identificación de 25 especies minerales, “su análisis químico, metalúrgico y geognóstico, [la descripción] de sus relaciones geológicas y [...] su distribución geográfica”. En relación con la minería, “hizo una reseña histórica y técnica de las minas que encontró en movimiento; clasificó las rocas en que los minerales

⁴²⁴ Bárcena, “Memoria presentada a D. Blas Balcárcel, Director de la Escuela... de Ingenieros...”, p. 201.

⁴²⁵ Bárcena, “Memoria presentada al Sr. D. Blas Balcárcel...”, p. 201-202.

estudiados tienen su yacimiento; fijó el sistema metalífero de los criaderos metálicos y descubrió dos especies nuevas de fósiles, que clasificados y estudiados más tarde [1873], presentó como fósiles característicos de nuestras rocas mesozoicas".⁴²⁶

El ambicioso trabajo se incorporó enseguida al *patrimonio* científico de México y luego al metropolitano, pues casi inmediatamente apareció la traducción al inglés en el *American Journal of Science* (1874).⁴²⁷ Y se trataba de su primera investigación formal.

En este punto es conveniente volver momentáneamente la vista hacia Francisco Díaz Covarrubias, cuya posición política resultaba providencial para el progreso de la ciencia mexicana, ya que fungió como intermediario de buen número de iniciativas de la comunidad científica.⁴²⁸ Aunque sus vínculos con los geólogos sólo se pudieron ubicar en la SMGE y en la Escuela de Ingeniería, en la última es significativo el nombramiento de Antonio del Castillo como Subdirector el 12 de febrero de 1869. El ascenso del geólogo al estratégico cargo sólo puede interpretarse en términos de la aquiescencia del Supremo Gobierno que lo designó y de los funcionarios de Fomento que operaban como *portavoces* de los **intereses** de una y otra redes.

Aquí puede apreciarse de inmediato la concatenación entre las redes y la puesta en marcha de "negociaciones y ajustes", por parte de los intermediarios, para que se efectuaran "los desplazamientos y transformaciones" que permitirían atender los **intereses** y los objetivos de las redes.⁴²⁹ En este caso, las "negociaciones" habrían conducido al geólogo de la SMHN a la Dirección de la Escuela, mientras que el órgano de difusión de la Sociedad de Historia Natural, se convertía en el vehículo

⁴²⁶ Nombró a los fósiles *Crania Río Lozi* y *Nerinea Castilli* en honor de sus profesores. (Ramírez, *Elogio fúnebre...*, p. 13)

⁴²⁷ Cit. en Aguilera, *BG*, p. 15.

⁴²⁸ v. Azuela, "Francisco Díaz Covarrubias y la ingeniería en México".

⁴²⁹ Retomo las palabras de Callon, "Algunos elementos para una sociología de la traducción...", p. 277

para difundir la investigación geológica que se efectuaba en Ingeniería. Esto puede constatarse en la alta productividad de la disciplina entre los años de 1869 y 1876.⁴³⁰

En efecto, tanto Antonio del Castillo como su discípulo Mariano Bárcena, sacaron provecho de *La Naturaleza* para dar a la imprenta todos sus estudios geológicos y mineralógicos. Llegaron a colocarse entre los autores más productivos de la Sociedad, y definitivamente fueron los más prolíficos del área.⁴³¹ Pero la profusión de publicaciones no tendría ningún sentido si su impacto fuera exclusivamente local y eso lo sabían ambos.

Aquí intervino la experiencia imperial, pues el nuevo entorno social de las ciencias exigía trascender las fronteras y tender lazos hacia las metrópolis. El papel de la SMHN, en este sentido, era dejar establecidos los imperativos del "escepticismo organizado" y el "comunismo" para la *validación* de los resultados, que demandaba la implantación del *ethos* metropolitano.

Y lo cumplió cabalmente, pues desde los primeros números de *La Naturaleza*, se concretaron las relaciones de los socios con las redes metropolitanas en los artículos de científicos extranjeros de todas las disciplinas que abrigaba la Sociedad. Además, la revista permite atestiguar la participación de los naturalistas mexicanos en las polémicas y debates que preceden a la *validación* de los *hechos*.⁴³²

En el caso particular de la geología los autores foráneos de esta etapa fueron Burkart, Dollfus, Montserrat y Pavie, J. Girard, T. Laguerenne, M. Lambert, C. Martins, M. C. Mehu, entre otros, a los que se podrían sumar Humboldt y Saussure, porque se tradujeron algunos de sus viejos

⁴³⁰ La elección de este período podría resultar artificiosa, pues obviamente su fin está marcado con el ascenso de Porfirio Díaz al poder. Pero también puede ser iluminadora, si se consideran los cambios en la organización de la ciencia que se inician en la fecha de corte.

⁴³¹ Santiago Ramírez también publicó ahí algunos trabajos, junto con Ignacio Cornejo, Antonio Peñafiel, Pedro López Monroy y Severo Navia.

⁴³² v. Azuela, *Tres sociedades científicas...*, p. 76.

trabajos.⁴³³ Bárcena y del Castillo, entretanto, publicaron sus investigaciones en el extranjero, el primero en los Estados Unidos y en Alemania el segundo.⁴³⁴

Simultáneamente, los geólogos de la SMHN hicieron patente su interacción con las redes locales en algunos estudios que respondían a demandas expresas del gobierno, así como en aquéllos cuyo objeto deja adivinar su vinculación con los proyectos de Fomento o con el desempeño de los socios en las empresas mineras. En el primer caso destacan el “Informe de la Comisión sobre las aguas potables de México” (1869) y el “Dictamen... para dilucidar la cuestión suscitada con motivo del fraccionamiento del aerolito de la Descubridora” (1873);⁴³⁵ y en el segundo, todos los trabajos sobre los distritos minerales que se dieron a la imprenta en *La Naturaleza*.

Entretanto, la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística recuperaba su antiguo prestigio a través de la delicada campaña de “reconciliación” que emprendiera Ignacio Manuel Altamirano y los buenos oficios del *intermediario* Antonio García Cubas (1832-1912), quien fue “eficazmente ayudado por D. Francisco Díaz Covarrubias”.⁴³⁶ Sus esfuerzos permitieron la lenta reincorporación de los desterrados y la inclusión de los nuevos miembros de las élites intelectuales y políticas.⁴³⁷ De manera que hacia 1872, el *Boletín* comenzó a recobrar el papel que se le asignara para la difusión de las ciencias y continuó abrigando los productos de la investigación geológica y mineralógica.

⁴³³ v. Beltrán, E. “*La Naturaleza*... Reseña bibliográfica e índice general”.

⁴³⁴ Aguilar y Santillán, *BG*, p. 16-17 y 44-45.

⁴³⁵ El primero está firmado por Guillermo Hay, Alfonso Herrera, Manuel Río de la Loza y Gumesindo Mendoza [*La Naturaleza*, 1^a(1):6-16] y el segundo, por Sebastián Camacho, Leopoldo Río de la Loza, Mariano Bárcena, J. P. Manzano y M. Iglesias [*La Naturaleza*, 1^a(2):277-296]

⁴³⁶ Olavarría y Ferrari, E. *Reseña histórica de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, p. 104.

⁴³⁷ Recuérdese que su “presidente nato” era el Secretario de Fomento y considérese la capacidad de la asociación de conceder nombramientos honorarios a los individuos de todas las redes.

Estas últimas disciplinas estaban adquiriendo tal relevancia en el horizonte cultural, que en los mismos años se hicieron de una publicación propia *-El Minero Mexicano-*, cuyo valor social puede constatarse en su larga vida (1873-1904). Además, su presencia tiene significado en términos del proceso de demarcación de las disciplinas, pues se trataba de un órgano cuasi-especializado, en el que aparecieron multitud de estudios sobre la constitución geológica del territorio mexicano, como puede advertirse en las referencias bibliográficas que he venido citando.⁴³⁸

De hecho, desde los primeros números aparecieron trabajos de Ramírez, del Castillo y Bárcena y con el tiempo el nuevo órgano desplazaría a *La Naturaleza* como centro de acopio de la investigación geológica. Ramírez en adelante sólo publicaría en *El Minero Mexicano* y en el *Boletín de la SMGE* y del Castillo dejaría de aparecer en *La Naturaleza* en 1875, a diferencia de Bárcena que se prodigaría en las tres revistas científicas.

Si se interpreta todo esto en términos de las negociaciones entre las redes, habría que conceder que durante la etapa de la República Restaurada, éstas dieron como resultado un incremento sustantivo en la productividad científica, pues México llegó a sumar tres publicaciones con alto grado de permanencia y estabilidad.⁴³⁹ Y más aún, las tres contaron con colaboradores foráneos y se distribuyeron en buen número de centros metropolitanos.

Entretanto el país se abría paso a la modernidad por otras vías que no dejaron de sustentar el incremento del *patrimonio* geológico, ni de modelar sus contenidos cognitivos en función de los **intereses** que las orientaron.

⁴³⁸ Aunque también podría caracterizarse como una publicación de orden muy “práctico”, como hace Guevara, *Alfonso Herrera, Manuel M. Villada y Mariano Bárcena...*, p. 173.

⁴³⁹ Hubo además un alto número de revistas y periódicos científicos, vinculados con asociaciones, colegios y otros grupos sociales, en los que aparecieron artículos del área. Pero su impacto social y permanencia fueron menores, como lo prueba *El explorador minero* que fundara Ramírez en 1876, que sólo duró un año. (Sobre la rápida caducidad de las publicaciones científicas, consúltese Barberena y Block, “Publicaciones periódicas científicas y tecnológicas mexicanas del siglo XIX...”)

Me refiero al proyecto del desagüe, el fomento minero, el tendido de líneas telegráficas,⁴⁴⁰ la construcción de caminos y la conclusión del ferrocarril México-Veracruz (diciembre de 1872).

En relación con el desagüe, como antaño, las obras continuaron sujetas a la discusión de los diferentes proyectos y los gobiernos de Juárez y Lerdo parecen haberse limitado a nombrar nuevas Comisiones que sólo atendieron las reparaciones materiales. En pocas palabras, se gastó más en tinta y en salarios que en resolver el problema. Pero esta vez los geólogos tuvieron ocasión de *validar* los trabajos de Juan Cuatáparo sobre la geología del Valle de México, que se leyeron en la SMHN y luego se evaluaron en la de Geografía.⁴⁴¹

Respecto a los caminos, baste citar el corte geológico del camino de Mazatlán a Durango, que construyó Antonio del Castillo con “las muestras de rocas y el perfil reducido” proporcionadas por la Comisión Científica que efectuó el reconocimiento (1868-1869), y que acompañó con “una nota sobre la constitución geológica de la zona”.⁴⁴²

Simultáneamente, algunas regiones eran objeto de estudios por parte de exploradores extranjeros (con **intereses** “exclusivamente científicos”, *dixit*) y otros ligados con empresas de diferente índole (mineras, colonizadoras, guaneras y ferroviarias).

En relación con los viajeros, destacan los estudios de la región septentrional -los estados de Chihuahua y Tamaulipas-, a la que se sumó posteriormente la Huasteca. Me refiero a la expedición del “profesor de geología de la Universidad de Lehigh [de Pensilvania]”, James P. Kimball, quien publicó sus trabajos en el *American Journal of Science* y

⁴⁴⁰ Las líneas telegráficas del período alcanzaron los 9000 km.

⁴⁴¹ v. Orozco y Berra, M., Santiago Ramírez y Vicente Manero, “Dictamen presentado a la SMGE por la mayoría de la Comisión para estudiar la cuestión relativa al desagüe del Valle de México”, *BSMGE*, 3^a, (2):164-176; v. t., “Ligera exposición geológica relativa al Valle de México, leída en la Sociedad de Historia Natural”, *El Minero Mexicano*, 2(30).

⁴⁴² “Comisión Científica del reconocimiento del camino de Mazatlán a Durango”, *Memoria de Fomento*, 1869-1873, p. 165 y 177-180.

en los *Proceedings of the American Association for the Advancement of Science* (1869-1870).⁴⁴³ En términos generales, el tenor de los estudios de Kimball parece desvinculado de **intereses** ajenos a “la ciencia”, aunque no dejó de incluir datos sobre los depósitos argentíferos de Chihuahua.

En donde los **intereses** económicos y políticos saltaban a la vista era en el Istmo de Tehuantepec, cuyo proyecto de comunicación interoceánica nuevamente se había concesionado a la compañía que representaba el norteamericano Barnard. En 1870, el ingeniero Jay J. Williams entregó a Balcárcel los mapas topográficos de la región, en donde se señalaba la línea que ocuparía el ferrocarril, así como los perfiles geológicos que se habían trazado a lo largo de los años de la accidentada aventura.⁴⁴⁴

La exploración que efectuaron los ingenieros de la empresa norteamericana durante esta nueva etapa –que pretendía establecer la viabilidad de la comunicación fluvial-, se desarrolló con una Comisión Mexicana formada *ex profeso* por Balcárcel para examinar la región. La Comisión iba encabezada por el ingeniero Manuel Fernández Leal, quien dirigía los trabajos de Agustín Barroso y Guillermo Segura.

Por parte de la compañía norteamericana, la expedición incluyó al naturalista John C. Spear, quien publicó una memoria titulada “Report on the Geology, Mineralogy, Natural History, Inhabitants and Agriculture of the...”, en la que según Aguilera, se “da una reseña mineralógica y litológica con un mapa geológico del Istmo en toda la región explorada”.⁴⁴⁵

En este punto hay que anotar una peculiaridad relativa a los *juicios de validación* del mapa: De acuerdo con la documentación local, la Comisión Mexicana construyó varios mapas topográficos y nivelaciones, así como una “Carta geológica... del Istmo” de Barroso. Ésta apareció con

⁴⁴³ Las fechas indican la exploración de la frontera; el artículo sobre la Huasteca apareció en 1882. (Aguilar y Santillán, *BG*, p. 123)

⁴⁴⁴ “Carta del Ingeniero en Jefe de la Compañía del ferrocarril de Tehuantepec al Ministro de Fomento...”, en Williams, J. J., “Camino carretero, camino de fierro y canal por el Istmo de Tehuantepec”, p. 598.

⁴⁴⁵ v. Aguilera, “Reseña del desarrollo...”, p. 62; y Aguilera y Santillán, *BG*, p. 231.

la “Memoria sobre la geología del Istmo...” que se publicó en el *Informe...* de Fernández Leal.⁴⁴⁶ Curiosamente cuando se hizo el *Bosquejo geológico de México* en 1888, el trabajo de Spear se *validó* en paralelo con el de Barroso, como si incluyeran datos complementarios –o distintos.⁴⁴⁷

En todo caso los *hechos* sobre el Istmo continuaban acrecentando el *patrimonio* y no sólo el de la geología, pues como en todas las expediciones promovidas por el gobierno que he descrito, la del Istmo incluyó unos “Apuntes sobre la vegetación...”, también de Barroso. Y nuevamente afloró el germen de la correlación entre la *práctica* “aquí abajo” con la división canónica de los saberes “allá arriba”, pues aquellos “Apuntes...” se publicaron como Apéndice.⁴⁴⁸

Además de los beneficios para el *patrimonio*, la expedición posibilitó el encuentro de dos personajes que desempeñarían un papel definitivo para la consolidación institucional de la geología. Me refiero al héroe del 2 de abril, que estaba haciendo carpintería en la región istmeña cuando llegaron los comisionados.⁴⁴⁹ Entonces, dice Aragón, Manuel Fernández Leal tuvo la oportunidad “de tratar por primera vez a Porfirio Díaz”.⁴⁵⁰ Y como es sabido, aquel trato cobraría significación cuando el renuente carpintero llegara finalmente a la Presidencia.

En relación con la geología, por otra parte, hay que señalar aquí una interpretación historiográfica que ubica en estos años un viraje sustantivo en su devenir. El autor que la originó fue Aguilera, quien después de referirse con tanto entusiasmo a los estudios de Spear, dio un giro nacionalista a su narración y calificó este momento histórico como un *parteaguas* en la historia de la geología mexicana.

⁴⁴⁶ La Memoria apareció individualmente en los *Anales de Fomento* (1874). (v. Barroso, A. “Memoria sobre la geología del Istmo...” y Fernández Leal, *Informe sobre el reconocimiento...*, p. 61-106)

⁴⁴⁷ Aguilera, J. G., *Bosquejo Geológico de México*, p. 12.

⁴⁴⁸ Barroso, “Apuntes sobre la vegetación del Istmo de Tehuantepec”, p. 125-146.

⁴⁴⁹ Después del fracaso del Plan de la Noria (1871), Díaz se estableció en Tlacotalpan como carpintero en espera de otra oportunidad para acceder a la Presidencia.

⁴⁵⁰ Aragón, A., “Biografía del señor ingeniero D. Manuel Fernández Leal”, p. 310.

Éstas fueron sus palabras:

Hasta aquí la geología mexicana se ha venido desarrollando, en su mayor parte, por el contingente de trabajadores y sabios extranjeros que han explorado diferentes partes del país. Mas a partir de 1872, la actividad de los exploradores y sabios mexicanos se despierta de improviso y tanto por el esfuerzo de particulares, como por el de comisiones nacionales y de algunos de los Estados de la República, la geología alcanza en lo de adelante un notable perfeccionamiento.⁴⁵¹

Desde luego, el cambio habría obedecido a los esfuerzos de los profesores y discípulos de su generación –como suele ocurrir en la historiografía de esta índole. De conformidad con su enfoque, la reseña de la nueva etapa abre con las “aportaciones” de Santiago Ramírez, continúa con las de Bárcena, y luego de otros personajes se refiere a Antonio del Castillo.⁴⁵² Respecto al último, *valida* cinco trabajos como “los más importantes por su influencia en el conocimiento y adelanto de la geología mexicana” y luego afirma que su “mejor contingente para el adelanto de la geología en México, fue la fundación de la Comisión Geológica primero, y después la del Instituto Geológico”.⁴⁵³

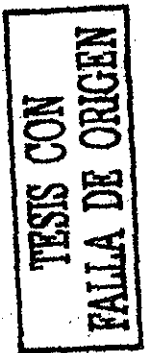
Pero antes de internarse en el eventual *atajo* del *ciclo de acumulación*, es preciso proseguir tras la huella de los *actores*, para no perder de vista la dinámica entre las redes que condujo el proceso.

Primero habría que recordar que la inesperada muerte de Juárez en 1872, dejó la Presidencia a cargo de Sebastián Lerdo de Tejada. Su mandato se caracterizó por el ánimo conciliador hacia la comunidad científico-técnica que se expresó en los gestos de apoyo a la SMGE que referí y por la voluntad de preservar y continuar los proyectos juaristas. Por eso mantuvo a Blas Balcárcel en Fomento, quien ratificó a su vez a Díaz Covarrubias y a su inseparable Fernández Leal.

⁴⁵¹ Ordóñez parafrasea a Aguilera y de Cserna califica esta época como un “momento de transición”. (Aguilera, “Reseña del desarrollo...”, p. 62; Ordóñez, *El Instituto de Geología*, p. 5; de Cserna, “La evolución de la geología...”, p. 9)

⁴⁵² Entre aquellos personajes incluye a los miembros de varias comisiones norteamericanas.

⁴⁵³ Aguilera, “Reseña del desarrollo...”, p. 62-68.



En cierto sentido, Lerdo tendría el privilegio de atestiguar los primeros frutos de la política que instrumentara su predecesor: la reforma a la instrucción pública graduó a sus primeros profesionistas; se inauguró por fin el ferrocarril al Puerto de Veracruz; florecía en todo el país el renacimiento artístico y literario que procurara Altamirano;⁴⁵⁴ y dentro de la vida social brillaba un grupo que prometía brindar prestigio a la nación desde un ámbito sin precedentes: la ciencia.

En efecto, para 1876 México estaba en condiciones de enviar una delegación científica a la Exposición Internacional de Filadelfia, con la que se conmemoraba el centenario de la independencia de las trece colonias.⁴⁵⁵ Entre los delegados destacó la presencia de los ingenieros Mariano Bárcena, Santiago Ramírez, Agustín Barroso, Miguel Pérez y José Sebastián Segura. Y también fue significativa la representación de la SMHN, a cargo de Alfonso Herrera, como la sociedad científica que se había propuesto *domesticar* y difundir el *ethos* metropolitano en México.⁴⁵⁶

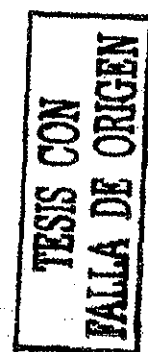
La Exposición, en este sentido, significaba una nueva prueba de la relación de fuerzas que se manifestaba en las *asimetrías* que vivieron durante el Imperio. Y también, era la oportunidad para modular aquellas desventajas mediante el establecimiento de nuevos lazos con las redes metropolitanas que participaban en la Feria.

Uno de los indicios del último aspecto, fueron los vínculos que trabó Bárcena con Ferdinand Hayden, quien dirigía entonces la *Geological and Geographical Survey* (1869-1878), que exploraba la región montañosa del

⁴⁵⁴ Además de su labor en la SMGE, rehizo el Liceo Hidalgo, fundó la revista *El Renacimiento* y “estimuló la organización de sociedades cultas en la capital y en los estados”, dice González y González. Éstas sumaban 32 en 1875, mientras que las revistas científico-literarias eran entonces 35. (González y González, *La ronda de las generaciones*, p. 29)

⁴⁵⁵ La feria se llevaría a cabo de abril a octubre de 1876. Cuando Lerdo recibió la invitación (1874), instaló una Comisión Organizadora presidida por Manuel Romero Rubio y conformada por Ramón Alcaraz, Ignacio Altamirano, Gabriel Mancera, Rafael Martínez de la Torre, Julio Zárate, Luis Malanco, Antonio del Castillo y Sebastián Camacho. (*Colección de documentos oficiales...*, Fomento, septiembre 28 de 1874, p. 186.)

⁴⁵⁶ Pérez, M., “Distribución de los premios concedidos...”, *Boletín del Ministerio de Fomento...*, 1(10):3-4.



norte de Colorado y Wyoming. Se trataba de un hombre influyente como afirma Guevara,⁴⁵⁷ porque estaba a cargo de una de las cuatro expediciones que se organizaron para hacer la cartografía y el inventario de recursos de los territorios occidentales de Norteamérica.⁴⁵⁸ Y desde luego, tenía potencial como intermediario para promover los **intereses** científicos de México en el vecino país, aunque no fue el más destacado de los expedicionarios.⁴⁵⁹

Sin embargo, el objetivo de la delegación científica mexicana iba más allá de posibilitar la gestión de los intermediarios, su finalidad era manifestar la presencia y los logros de los centros de acopio del país. De manera que las sociedades científicas, el Museo Nacional, las Escuelas Preparatoria y de Ingenieros y el propio Ministerio de Fomento, enviaron a Filadelfia un muestrario de sus mejores trabajos y otros materiales -mapas, planos, cortes, estudios, colecciones, catálogos y especímenes.⁴⁶⁰

Buena parte de estos objetos se quedaron en los Estados Unidos después de la Feria y se integraron a sus centros de acopio. Aquí sobresalió la donación del meteorito de Casas Grandes (de 1,545 kg), al Instituto Smithsonian. Un gesto grandilocuente que podría interpretarse como parte de la estrategia que se había puesto en marcha para consolidar la posición de México en el entramado de las redes foráneas.

Aquí conviene citar una definición sobre el papel que desempeñaron las Exposiciones Internacionales en el siglo XIX:

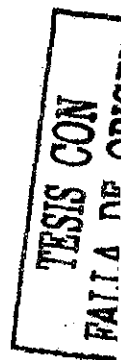
Las Exposiciones no son ciertamente eventos autónomos o unitarios, su puesta en escena indudablemente constituye la trama, a veces

⁴⁵⁷ v. Guevara, R., *Alfonso Herrera, Manuel María Villada y Mariano Bárcena...*, p. 160-164

⁴⁵⁸ Las otras expediciones fueron la de Clarence King, que mencioné, la de George M. Wheeler y la de John Powell. (Martin & James, *All possible worlds...*, p. 157)

⁴⁵⁹ Para Martin y James, "sus reportes fueron apresurados y poco objetivos [...] Sin embargo, los mapas y los bocetos del paisaje que trazó William H. Holmes fueron grandes logros." Sobre los trabajos geológicos de Hayden, Tinkler se limita a atribuirle unas "notas" sobre el poder de la erosión lenta en la configuración del Gran Cañón. Sugirió la relación del proceso con la elevación de las montañas, hipótesis que fue desarrollada plena e independientemente por Powell. (Martin and James, *All Possible Worlds...*, p. 157; Tinkler, *A short history...*, p. 140)

⁴⁶⁰ Las sociedades científicas enviaron lotes de publicaciones.



desapercibida, de una historia más bien discontinua. Todo lo que rodea una Exposición puede servir para promover un producto o una colección; para mantener las formas del privilegio o el patronazgo; para afirmar la idea de una nación o de un sistema científico.⁴⁶¹

De acuerdo con lo anterior, la Feria de Filadelfia confirmó materialmente la existencia de un sistema científico propio y mostró fehacientemente el papel que desempeñaban los intercambios entre las redes. Así lo entendió Bárcena cuando señaló:

Hemos manifestado ya en otras ocasiones que el concurso de México a la Exposición de Filadelfia le trajo, entre otros bienes, el más apreciable de establecer comunicaciones científicas para tomar parte en lo sucesivo en ese movimiento intelectual que como un torbellino se levanta en todos los pueblos civilizados.⁴⁶²

La ecuación cultural que ligaba ciencia con civilización, como puede verse, revelaba de nuevo la conciencia de Bárcena respecto a las *asimetrías*. Pues como apunté, la Feria puso a prueba el nivel de competencia de los científicos mexicanos frente a “sus pares”. Aunque no les fue nada mal:

Los delegados regresaron a México con un decoroso medallero (47 preseas), que se convirtió en un argumento material muy útil para la estrategia local de legitimación de la *práctica* científica.⁴⁶³ Entre los trabajos premiados se encontraban cuatro obras de Francisco Díaz Covarrubias;⁴⁶⁴ la “Carta geográfica y administrativa de la República” y el *Atlas* de García Cubas;⁴⁶⁵ la colección geológica de Bárcena y su obra

⁴⁶¹ Aimone et Olmo, *Les Expositions Universelles, 1851-1900*, p. 5.

⁴⁶² Bárcena, M., “La Sociedad Internacional de Ciencias”, p. 3.

⁴⁶³ Desde luego no todos los reconocimientos se asignaron a la producción científica. Entre los premiados se incluían productos artesanales, inventos y otros *artefactos* cuya exhibición tenía por objeto *interesar* a los inversionistas. Sobre la participación mexicana en algunas ferias, v. Tenorio, *Artifugio de la nación moderna. México en las exposiciones universales, 1880-1930*.

⁴⁶⁴ Del astrónomo se premiaron “... obras importantes sobre geodesia, topografía y cálculo; un nuevo método para observación astronómica que dice haber aplicado con buenos resultados... con motivo del tránsito de Venus”. (“Exposición Internacional del Centenario de los EUA de 1876 en Filadelfia”, *Memoria de Fomento*, Sección 3ª, cap. 12, p. 536. En adelante se citará como “Filadelfia 1876”.)

⁴⁶⁵ “Filadelfia 1876”, p. 537.

sobre los fósiles mexicanos;⁴⁶⁶ y la colección de productos vegetales de la SMHN,⁴⁶⁷ entre otros.

Bárcena aprovechó bien el viaje, porque además de exhibir su colección de rocas mesozóicas y volcánicas, llevó una muestra de la livingstonita que acababa de identificar (1874). También dio a la imprenta en Filadelfia un estudio geológico del Valle de México, así como dos artículos que aparecieron en los *Proceedings of the American Association for the Advancement of Science* (uno sobre el ónix mexicano y otro sobre los meteoritos del país).⁴⁶⁸ Y durante sus visitas a los centros científicos tuvo la brillante ocurrencia de poner en manos de Mallet, un mineral que parecía ser de una nueva especie. El geólogo norteamericano hizo los análisis del caso y la designó *barcenita*.⁴⁶⁹

Como puede verse, la ciencia mexicana pasó la prueba de Filadelfia con donaire. Pero no se trataba de su debut en el escenario cosmopolitano, pues dos años antes Díaz Covarrubias había convencido a políticos y científicos de la importancia de viajar al Japón a observar el paso de Venus por el disco solar, mediante una estrategia que no repetiré aquí.⁴⁷⁰

Como es sabido, se trataba de la primera expedición científica mexicana que franquearía las fronteras, de modo que se integró con los ingenieros más capaces (y cercanos al astrónomo): Manuel Fernández Leal, Francisco Jiménez y Agustín Barroso. En el último momento se agregó

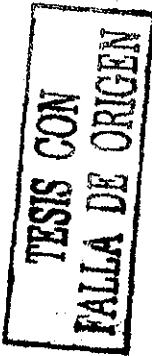
⁴⁶⁶ "... en especial aquellos [ejemplares] que se refieren a las rocas del volcán de Ceboruco los cuales están ilustrados por medio de ejemplos y mapas". ("Filadelfia 1876", p. 535 y 537)

⁴⁶⁷ Se llevaron esencialmente productos de carácter industrial -maderas, resinas, gomas, fibras - y plantas medicinales. ("Filadelfia 1876", p. 538)

⁴⁶⁸ Aguilar y Santillán, *BG*, p. 16-17.

⁴⁶⁹ No fue el único espécimen que entregó al profesor de la Universidad de Virginia J. W. Mallet, pues en su bibliografía se incluyen artículos sobre la guanajuatita, la livingstonita y la barcenita, que aparecieron en el *American Journal of Science* en 1878. En *La Naturaleza*, el *BSMGE*, el *Minero Mexicano* y las *Memorias de Fomento*, se publicaron traducciones de éstos y otros trabajos de Mallet.

⁴⁷⁰ La trasposición cronológica tiene sentido en términos de la argumentación. Sobre la estrategia para realizar el viaje, v. Azuela, "Francisco Díaz Covarrubias y la ingeniería en México".



Francisco Bulnes en calidad de “cronista”, pues no estaban los tiempos para desperdiciar la oportunidad.⁴⁷¹

Y no lo hicieron. Una vez cumplida la misión de hacer las observaciones, registros, cálculos y fotografías del fenómeno, los comisionados mexicanos emprendieron una *grande tournée* por las principales capitales de Europa y Díaz Covarrubias dio a la imprenta su Informe.⁴⁷² Durante su travesía, tuvieron la oportunidad de recorrer los centros científicos más importantes, en donde se percataron de las ventajas de sus formas de organización institucional y de los inmuebles con que contaban para desarrollar sus investigaciones. También restablecieron contacto con sus colegas europeos y entablaron nuevas relaciones con las redes foráneas.⁴⁷³

En París coincidieron con el Congreso Internacional de Ciencias Geográficas (agosto de 1875) cuyo programa académico se completaba con una exposición formada por la Sociedad de Geografía local.⁴⁷⁴ Ahí se amargó la grata experiencia que les había conferido el brillo de Díaz Covarrubias en las sesiones de trabajo, pues constataron que México sólo figuraba en la Carta del Imperio Mexicano del General Niox.⁴⁷⁵

En realidad, los científicos mexicanos volvían a encarar el látigo de las *asimetrías* entre los centros de acopio y revivían las consecuencias de la debilidad de sus lazos con las redes metropolitanas. Sin embargo, es importante advertir, que en esta ocasión eran los científicos mexicanos los

⁴⁷¹ Aunque era un conocido periodista, la presencia de Bulnes es un misterio, porque de científico sólo tenía la afiliación al grupo político que así se apodaría años después y las clases que impartiría en la Escuela de Ingenieros. En todo caso, los nombramientos fueron: Díaz Covarrubias, 1^{er} Astrónomo; Jiménez, 2^o Astrónomo; Fernández Leal, topógrafo y calculador; Barroso, calculador y fotógrafo; y Bulnes, cronista y calculador.

⁴⁷² Díaz Covarrubias, 1875. *Observaciones del tránsito de Venus hechas en Japón por la Comisión Astronómica Mexicana*.

⁴⁷³ El relato más divertido de la *tournée* corresponde a Bulnes, F. *Sobre el hemisferio norte once mil leguas..)*

⁴⁷⁴ Jiménez, Barroso y Bulnes tuvieron que regresar a México y al Congreso sólo asistieron dos miembros de la Comisión Astronómica: Díaz Covarrubias y su inseparable Fernández Leal.

⁴⁷⁵ La Carta se levantó en el Ministerio de Guerra en 1873 y luego se presentó con una Memoria en la Sociedad de Geografía de Francia. (Niox, “Notice sur la Carte du Mexique”, *Expédition du Mexique...*)

que viajaban y los que se plantaban frente a “sus pares” del otro lado del Atlántico. De modo que su percepción de la *asimetría* fue muy distinta a la que contemplaran en su propio suelo bajo el yugo de la Intervención. Además, sin saberlo, los ingenieros estaban acompañados por un personaje que desempeñaría un papel crucial en los años venideros.

Desde luego entre las virtudes de Díaz Covarrubias no se contaba la capacidad profética, aunque sí poseía el don de gentes y la intuición para hacerse oír cuando surgía la oportunidad de *traducir* sus **intereses** científicos. De modo que casi parecen escucharse sus argumentos, en la avergonzada descripción que hizo el providencial miembro de la delegación mexicana, José Ives de Limantour:⁴⁷⁶

De [la Exposición] sólo diré que fue tanto más brillante cuanto que a ella contribuyeron *todas las naciones civilizadas* con multitud de cartas geográficas, geológicas, geodésicas, astronómicas, de estadística [...] con libros, instrumentos y objetos de todas clases, cuyo conjunto ocupaba un local de una inmensa extensión. De México sólo se pudo encontrar una carta de la República, y esto en la sección francesa, por haber sido levantada por el Estado mayor del ejército francés.⁴⁷⁷

Como es sabido, cuando los comisionados regresaron a México las redes políticas que los sostuvieron, parecían haber mudado radicalmente. El ascenso de Porfirio Díaz desplazó al astrónomo como intermediario y hubo una recomposición de los mandos en los que tendrían cierta preeminencia los militares.

Y lo expreso así, porque cuando Riva Palacio se hizo cargo de Fomento lo que menos contó fueron sus vínculos con aquella corporación. En cambio, sus relaciones con la élite intelectual fueron definitivas para el devenir de la *práctica* científica.

⁴⁷⁶ Limantour también estaba en París de *grande tournée* (1875-1876), aunque no por cuenta del erario sino de la inmensa fortuna de su padre. En todo caso, además de haber participado en dos congresos internacionales de geografía como delegado de México, parece que fue en París donde se preparó en economía y ciencia política, disciplinas novedosas que le formaron para su ulterior función dentro del gabinete de Díaz. (v. María y Campos, A. “Porfirianos prominentes...”, p. 637)

⁴⁷⁷ Limantour, “Informe que presenta... sobre el Congreso Internacional de Ciencias Geográficas”, p. 28.

Esto se hizo evidente desde que nombró Oficial Mayor a Ignacio M. Altamirano y luego reincorporó a Orozco y Berra como Director de la Sección de Cartografía -en donde se acomodó Agustín Díaz como ingeniero auxiliar.⁴⁷⁸ Además Antonio del Castillo pasó a dirigir la Escuela de Ingeniería, cargo que le colocaba en un punto nodal entre las redes.

Aquí puede advertirse una mera recomposición de aquellas últimas, en la que reaparecen los viejos científicos e intermediarios: Riva Palacio, Altamirano y Orozco, como puente entre las redes humanistas (y científicas) y el poder político; Riva Palacio, Orozco y del Castillo, como enlace entre entre las redes (humanistas y) científicas y el poder político.⁴⁷⁹ Y la razón es evidente: eran todos los que había, descontando claro, a Díaz Covarrubias.

Para no repetir lo que he narrado en otros trabajos sobre la rapidez con que Riva Palacio *tradujo* las iniciativas de Díaz Covarrubias -y Orozco y Berra- en relación con la cartografía y el Observatorio, me limitaré a comentar que la voluntad política del régimen hacia el fomento científico tiene una explicación similar a la que dí respecto a Juárez: Porfirio Díaz se rodeó de una élite de intelectuales que orientaron su gestión. Desde luego, a través de las “negociaciones y ajustes; los desplazamientos y transformaciones” que implicaba la *traducción* de los **intereses** de las redes.

Una de estas *traducciones* (presumiblemente de su mentor) colocó al geólogo Mariano Bárcena como Director del Observatorio Meteorológico, posición que le trajo contratiempos y beneficios. Los primeros se observan en la relegación de su *práctica* geológica, para atender sus nuevas obligaciones. La disminución en su productividad es significativa, pues dos tercios del total de sus trabajos geológicos corresponden a los años de

⁴⁷⁸ “Personal del Ministerio de Fomento”, *Anales del Ministerio de Fomento...*, 1876-1877, vol. I, p. 7.

⁴⁷⁹ Riva Palacio se ganó el Ministerio mediante dos hazañas militares: recibió la espada de Maximiliano en Querétaro y luego apoyó a Díaz en la revolución de Tuxtepec, porque estaba enemistado con Lerdo.

1873-1877.⁴⁸⁰ Paradójicamente, su cargo fue altamente provechoso para el devenir de la geología mexicana, pues con Bárcena en el Observatorio, los geólogos sumaban dos fuertes nodos en el entramado de las redes.

Desde el suyo, Antonio del Castillo promovió una reforma al plan de estudios de la Ingeniería de Minas que aprobó el Congreso en 1877.⁴⁸¹ El nuevo plan pretendía atender el reclamo de balancear la formación eminentemente teórica que marcaba al Plan de 1869, mediante el acento en las prácticas que se efectuarían en la Escuela de Minas de Pachuca.⁴⁸²

La iniciativa no provino de los **intereses** científicos del geólogo, sino de una compleja imbricación de **intereses**, cuyas negociaciones y acuerdos, modelarían los contenidos cognitivos del plan de estudios. En este punto aparece Santiago Ramírez como uno de los *portavoces* de los **intereses** de los mineros, ahora en relación con el papel que había venido desempeñando en el campo de la educación superior, desde que se integró al Colegio de Minería como docente de Mineralogía.

De acuerdo con su propio testimonio, había compartido el parecer de Joaquín Velázquez de León respecto a la necesidad de contar con una escuela de educación superior dedicada exclusivamente a la formación de profesionales de la minería. Por eso Santiago Ramírez consideró lesiva la desaparición del Colegio de Minería y en los años que siguieron procuró defender los estudios ligados con aquella *práctica*.⁴⁸³ De hecho, sus biógrafos le atribuyen la propuesta para crear una “indispensable Escuela Práctica de Minas”, que en este caso habría sido la de Pachuca.⁴⁸⁴

⁴⁸⁰ De acuerdo con Aguilar, entre 1878 y 1897, Bárcena publicó 22 trabajos. Aunque hay que advertir que las cifras pueden ser engañosas, porque en el mismo período apareció su *Tratado de Geología* (1886). (Aguilar y Santillán, *BG*, p. 17-19)

⁴⁸¹ El Plan de 1867 se reformó en 1869 y luego en 1877. “Se reforma la ley de instrucción pública en la parte relativa a la Escuela de Ingenieros”, Dublán y Lozano, *op. cit.*, vol. XIII, p. 130-131.

⁴⁸² Valadés, J., *El Porfirismo*, t. I., p. 237; Bazant, “La enseñanza y la práctica de la Ingeniería...”, p. 257.

⁴⁸³ Ramírez expresó así su inconformidad: “En esta revolución intelectual [...] el Colegio de Minería perdió su modo de ser; perdió la esencia de su organización; perdió el objeto para que fue establecido; perdió por consiguiente el programa de su enseñanza; perdió su nombre, y en una palabra, se perdió por completo...” (Ramírez, *Datos para la historia del Colegio de Minería*, p. 11)

⁴⁸⁴ Cárdenas de la Peña, E., *Mil personajes de México...*, p. 205.

Para el devenir de la geología, Antonio del Castillo logró un cambio apenas perceptible a los ojos del neófito: atar los contenidos *cognitivos* de la geología en una sola asignatura denominada “Mineralogía, geología y paleontología”. (Y de paso consolidó el monopolio de la enseñanza de la disciplina en el ámbito académico, pues desde luego quedó como titular de la materia.)

El sentido de la nueva asignatura tiene gran significación, si se atiende a las divisiones subdisciplinarias que conformaban la geología del siglo XIX, que eran justamente la *mineralogía* –o estudio de los minerales, en cuanto a su clasificación y distribución-; la *geología* –o estudio de las estructuras sólidas de la Tierra, en cuanto a su constitución y disposición-; y la *paleontología* –o estudio de los contenidos fósiles de aquellas estructuras y su relación con los estratos sedimentarios.

De esta manera, la Escuela de Ingenieros quedaba provista con una demarcación precisa de la geología, conforme a los cánones epistemológicos que orientaban la *práctica* en los centros metropolitanos. Aunque en este momento la redefinición de la geología en los planes de estudio y la exploración territorial aún no concordaba, al Director del Castillo no se le escapaba que una vez aprobada dentro del marco jurídico que regía la formación profesional, la demarcación epistemológica de la geología –y sus correspondientes subdisciplinas- cobraría legitimidad social.

En efecto, pese a las novedades dentro del *curriculum*, fuera de los muros del Palacio de Minería la *práctica* de la geología seguía supeditada a **intereses** ajenos a su demarcación epistemológica, que orientaban la investigación del territorio conforme a las directrices de otras disciplinas.

De hecho, el mismo año de la reforma al plan de estudios, Riva Palacio puso en marcha la Comisión Geográfico Exploradora (CGE) con el objetivo de construir las cartas generales y particulares de la República, así

como cartas de reconocimiento, hidrográficas, de poblaciones y militares. Desde luego, en la propuesta se advierte la mano de Orozco y Berra, aunque en el nombramiento del otrora comisionado para el trazo de la frontera norte, Agustín Díaz, intervinieron otros **intereses**, como se verá. Lo cierto es que el último fue nombrado Director de la nueva Comisión, que inició formalmente sus labores el 5 de mayo de 1878.

Se trataba, como he venido señalando, de uno de los proyectos más antiguos del país y podría decirse, de los más imprescindibles. Sobre todo para el devenir de la geología, que hasta entonces había estado sujeta a las limitaciones que le imponía la carencia de cartografía apropiada, a la que se sumaban las dificultades para trasladarse en el extenso país. Pero ambos problemas se resolverían en los años subsiguientes, con la CGE por un lado y con la multiplicación de las vías ferroviarias por el otro.

Por otra parte, aunque el objetivo de la CGE era de orden geográfico, Agustín Díaz tuvo la visión de atenderlo al mismo tiempo que recogía datos y especímenes que contribuyeron al *patrimonio* de otras disciplinas (botánica, zoología, mineralogía). Como es sabido, el gran volumen de colecciones que se llegó a integrar, constituyó un acervo suficiente para fundar el “Museo” de la Comisión. Su riqueza fue considerable, si se atiende a los premios que obtuvo en las exposiciones internacionales en las que participó, como referiré más adelante.

Entretanto, vale la pena incluir un comentario relativo a la falta de cohesión entre las redes locales, pues el *destino* de los herbarios y colecciones que reuniera la CGE, tendría que haber sido el Museo Nacional, en tanto que *centro de acopio* “oficial” de los *hechos* de aquella índole. El comentario es pertinente porque alude a la divergencia de **intereses** entre las redes, que no dejaría de repercutir en el devenir de la organización social de las ciencias naturales en los años subsiguientes.

Para explicarse lo anterior es preciso definir la geometría del entramado y añadir un comentario sobre la movilidad de los *intermediarios* de la nueva era. Conviene volver los ojos hacia el entrañable amigo del relegado astrónomo Díaz Covarrubias, Manuel Fernández Leal:⁴⁸⁵

Aragón dice que en cuanto Riva Palacio tomó posesión, “se buscó” a Fernández Leal por cielo y tierra para traerlo de vuelta al Ministerio.⁴⁸⁶ Cuando por fin “lo encontraron”, continúa el biógrafo, le encargaron la Oficialía Mayor de Fomento (1878) y después la Dirección de la Escuela de Ingeniería (1879).⁴⁸⁷

Para modular un poco el tono hagiográfico de Aragón, valga comentar que si alguien “lo buscó”, seguramente fue Agustín Díaz. Y eso, cuando se iniciaron los movimientos políticos que sacaron a Riva Palacio del Ministerio. Baste decir que Fernández Leal entró como Oficial Mayor el 25 de noviembre de 1878 y Riva Palacio “renunció” el 17 de marzo de 1879, arrastrando consigo a Orozco y Altamirano.⁴⁸⁸ En el mes de noviembre del mismo año, Antonio del Castillo dejó la Dirección de Ingeniería para que la ocupara Fernández Leal.

De los dos puestos, el más influyente era desde luego la Oficialía Mayor, sobre todo porque desde entonces Fernández sería el encargado del Despacho de Fomento en los interreinos y comisiones de los ministros Riva Palacio, Díaz y Pacheco. Los ingenieros, y la comunidad científica por

⁴⁸⁵ Manuel Fernández Leal nació en Jalapa en 1831. Hizo sus estudios preparatorios en Puebla e ingresó a Minería en 1849, el mismo año que su coterráneo Francisco Díaz Covarrubias. En 1853 fue elegido por Salazar Ilarregui para integrarse a la Comisión de Límites con los Estados Unidos y en 1856 formó parte de la Comisión del Valle de México. Mantuvo una estrecha amistad tanto con Díaz Covarrubias como con Agustín Díaz, como se irá mostrando a lo largo del texto. Dejó el Ministerio de Fomento en 1900 y murió en 1909. (Datos de Aragón, “Biografía del señor ingeniero D. Manuel Fernández Leal”, p. 305-319; Olivo, Margarita, *Veracruzanos distinguidos*, p. 319-320.)

⁴⁸⁶ Fernández Leal estuvo como Jefe de la Sección 1ª de la Secretaría de Fomento con Balcárcel.

⁴⁸⁷ “Resumen de los Ministros y Oficiales Mayores...”, *Memoria de Fomento...*, 1911-1912, p. 338; Aragón, A., “Biografía de... Fernández Leal”, p. 311-312.

⁴⁸⁸ En relación con el desplazamiento de los intermediarios, habría que precisar que el primero en salir fue Altamirano, quien fue sustituido en la Oficialía Mayor de Fomento por Gabriel Mancera, desde el 1º de junio de 1877.

extensión, recuperaron a un invaluable intermediario. Y muy prometedor, porque en 1891 Porfirio Díaz lo hizo Ministro.

El nombramiento de Agustín Díaz al frente de la Comisión Geográfico Exploradora, tiene otros matices: Por un lado, representa la integración de una red alternativa para la consecución de los proyectos cartográficos del Ministerio de Fomento: los ingenieros militares. Con ello, se abrió la puerta a la ingerencia del Ministerio de Guerra en la orientación de la *práctica* científica de la CGE y por otro lado, se moduló la fuerza de las redes ligadas con Orozco y Berra, Altamirano (y Díaz Covarrubias, por extensión).⁴⁸⁹

Aquí, desde luego, asoman los **intereses** que compartía Porfirio Díaz con la milicia que lo había elevado al poder, que explicarían la permanencia de Agustín Díaz en la CGE hasta su muerte. Pero también hay que considerar las relaciones del último con Fernández Leal que se remontaban a la Comisión de Límites con los Estados Unidos, que explicarían su reposicionamiento.⁴⁹⁰ Una vez en sus respectivos nodos, Agustín Díaz y Fernández Leal se encontraron en una situación que los obligaba a la reciprocidad.⁴⁹¹

De esta manera, la Comisión tuvo que partir de la *traducción* de los **intereses** de las redes para cumplir con sus objetivos. Así lo expresaría el propio Agustín Díaz en 1893:

Forman la Comisión dos grupos principales: el de Fomento, compuesto de especialidades que se han perfeccionado más o menos por su larga permanencia en ella, tiene a su cargo la conducción de los trabajos en su parte técnica; y el grupo de Guerra que, constituido en su mayoría por Oficiales del Estado Mayor Especial, que viene a

⁴⁸⁹ Altamirano había sido mentor de su hermano José Díaz Covarrubias, poeta y “mártir de Tacubaya”.

⁴⁹⁰ Ambos vínculos explicarían también el lugar preferente que ocuparía la CG en el sistema organizativo y los altos presupuestos que se le asignarían. Considérese que en el presupuesto de 1877-78 se asignaron \$ 8,500 a las comisiones exploradoras (incluidas la CG y la de Guatemala) y para el año siguiente la CG tuvo \$ 33,000. (“Cuenta del año fiscal...”, *Memoria(s) de Hacienda*, 1878 y 1879, p. 92 y 891, respectivamente)

⁴⁹¹ Para Escalante, el vínculo básico del orden político en el siglo XIX fue “una mecánica de reciprocidad”, sustentada en la amistad, que “da derecho a exigir todo lo que el amigo puede conceder”, pero a cambio “impone obligaciones correlativas”. (v. Escalante, *Ciudadanos imaginarios...*, p. 139)

recibir su práctica, varía frecuentemente de personal y de consiguiente no se le pueden confiar atribuciones fijas y así se distribuyen entre las Secciones de levantamiento o la de historia natural, según va siendo su adelanto y las aptitudes que manifiestan.

Más que la concurrencia de oficiales, la necesidad nos [obligó] a introducir en la Comisión, el régimen militar que desde su principio establecimos, convencidos de que sólo por una disciplina estricta podríamos alcanzar éxito favorable...⁴⁹²

Como puede verse, la elección de Agustín Díaz le dio un matiz singular a la *práctica* científica de la CGE, que definió sus relaciones con el resto de los organismos del sistema.

En este punto habría que advertir que la Comisión Geográfica formaba parte de un nuevo esquema organizativo de la *práctica* científica cuyas primicias fueron el Observatorio Astronómico (diciembre, 1876) y luego el Meteorológico (febrero, 1877), en cuyos mandos se colocaron representantes de otras redes: Anguiano se puso al frente del primero y Bárcena se colocó en el segundo -cada cual con su mentor como angel guardián.⁴⁹³ Los tres organismos en su conjunto, tenían como meta el reconocimiento territorial (ahora con registros meteorológicos) y la construcción de la cartografía del país. De manera que tendrían objetivos comunes y actividades complementarias.

Esto último implicaba una serie de “negociaciones y ajustes”, por parte de los intermediarios, para que se efectuaran “los desplazamientos y transformaciones” que permitirían atender los **intereses** y los objetivos de todas las redes. Aunque habría que subrayar, que en todas las acciones mencionadas debía procurarse el equilibrio entre las redes, pues cualquier preeminencia sería contraria a la política de Porfirio Díaz. Y ya en segundo

⁴⁹² Díaz, A., “Exposición Colombina de Chicago. *Catálogo de los objetos que componen el contingente de la Comisión...*”, p. 6. (Se citará como Exposición Chicago.)

⁴⁹³ Dice González y González que Porfirio Díaz no “podía mostrarse desdeñoso con los cultos” porque eran “muy útiles en los tiempos que corrían”. Y agrega que “tenía en la bolsa a varios, que no los suficientes. Conseguir más no era difícil, pues se trataba de personas proclives al resentimiento [...] A Díaz le fue fácil atraerse a los intelectuales jóvenes a quienes Lerdo les había negado un lugar en el palacio.” (González y González, *Historia general de México*, vol II, p. 933)

plano, debía evitarse lesionar la autonomía de los núcleos “profesionales” (astrónomos, naturalistas, geógrafos) y debilitar la fuerza de los intermediarios.⁴⁹⁴ Era una tarea bastante compleja y los resultados probaron que la colaboración entre los organismos fue limitada, aunque de ningún modo superflua, como se verá.

Una de las consecuencias de los “ajustes” que produjo la negociación entre las redes, fue la independencia que marcó el desenvolvimiento de la CGE en el entramado de las redes. De hecho, la Comisión llegó a convertirse en un centro de acopio relativamente autónomo, ya que contaba con biblioteca y museo propios, e incluso con una imprenta en donde editaban sus productos de investigación. Además, estableció relaciones con las redes internacionales sin pasar por el *atajo* del Museo Nacional (o la SMHN), ya que para el ordenamiento de sus colecciones recurrió al Instituto Smithsonian, al Museo Británico y al Jardín de Plantas de París.⁴⁹⁵

En este punto se observa el “desplazamiento” de la Sección de Historia Natural del Museo Nacional en el tejido que reformaba la organización institucional de las ciencias. Con el tiempo y la apertura de nuevos *atajos*, el Museo dejaría de ser el centro de acopio de los científicos del nuevo régimen y de alguna manera condenaría a la SMHN a la extinción.

Paradójicamente, los involutarios artífices de tal desgracia fueron los propios fundadores de la Sociedad, como he explicado en mi estudio sobre las sociedades científicas del período. Aquí también obraron los **intereses**

⁴⁹⁴ En los documentos originales se retomaba la idea de que el Observatorio fuera “astronómico y meteorológico”. Pero en términos políticos, se “desbalanceaba” el equilibrio entre las redes, de manera que se fundó el Observatorio Meteorológico Central y el Astronómico se mantuvo al margen de aquellas actividades. Por otra parte, en un principio el Observatorio Meteorológico estuvo adscrito a la CGE, pero nuevamente se buscó el equilibrio mediante su autonomía en el presupuesto (1881). (v. Riva Palacio, V. “Proyecto aprobado por el Ministerio de Fomento para el establecimiento de un Observatorio Nacional Astronómico y Meteorológico...”, p. 46-49; v.t. “Leyes de Ingresos y Presupuestos..., 1º julio 1881-30 junio 1882”, *Memoria de la Secretaría de Hacienda*, p. 109-158)

⁴⁹⁵ Díaz, A., “Exposición Chicago”, p. 10.

de las redes, pero sobre todo, habría que reconocer que la reconfiguración del sistema institucional obedecía a la perseverancia de los naturalistas que promovieron los cambios que asegurarían el emplazamiento de la ciencia mexicana en el entramado internacional. En pocas palabras, la promoción de los **intereses** científicos cerró un *atajo* para abrir otros.

En el caso de la geología el nuevo orden parecía prometedor, pero tendrían que pasar aún varios años para que se consolidara la posición de los *intermediarios* dentro de las redes políticas. Pues hay que advertir que aunque Antonio del Castillo ocupaba una posición estratégica, no parece haber sido el interlocutor directo del Presidente Díaz. El intermediario clave de la era porfírica sería su discípulo Mariano Bárcena.⁴⁹⁶

Desde luego, no estoy implicando que Antonio del Castillo hubiera perdido la garra, ni los recursos económicos y las relaciones políticas que aseguraban su posición entre las redes de los nuevos organismos, las asociaciones científicas, los mineros y la Escuela de Ingeniería. A este respecto casi resulta ocioso agregar más comentarios, excepto que nuevamente se las arregló para mantener bien sujetos los hilos que le ligaban con la Comisión Geográfica –por débiles que pudieran parecer en ese momento.

Entretanto, el Ministerio de Fomento continuaba llevando a cabo estudios relacionados con la Minería, aunque ahora bajo una nueva orientación, que reveló un viraje en los **intereses** del gobierno –y los empresarios–, ya que la exploración apuntaba hacia los yacimientos de minerales industriales. El objetivo, no obstante, carecía de originalidad pues estaba marcado por las primicias de los proyectos del Imperio y obedecía a las necesidades de la industrialización y el desarrollo de las

⁴⁹⁶ Bárcena fue diputado suplente por el estado de Jalisco y luego gobernador del mismo (1889-1890). La denominación del período corresponde a González y González, quien lo utiliza en “El liberalismo triunfante” de la *Historia general de México* (v. tomo 2, p. 951)

comunicaciones.⁴⁹⁷ La continuidad se aprecia nítidamente en la *Memoria* de Robles Pezuela de 1865:

Durante un largo período de tiempo la explotación de los metales se redujo en México a los de plata y oro [...] Más tarde se ha comprendido que la riqueza mineral no está encerrada solamente en los metales preciosos, sino que se extiende a otros muchos, que aunque de menor valor, tiene sin embargo actualmente muchos usos y aplicaciones en las industrias

Sólo por los hábitos arraigados de una educación viciosa [...], se puede explicar que en un país, por su naturaleza dedicado exclusivamente a la industria minera, y con tantísimos criaderos de hierro, por siglos enteros haya tenido que importar del extranjero este metal de tanto uso en las artes y sobre todo en las minas.⁴⁹⁸

El viraje en las metas de los inversionistas, como lo advirtiera Robles Pezuela, tendría que sustentarse en algunos ajustes en el sistema de educación superior. Aquí tendría que considerarse la reforma de 1867 que formuló los planes de estudio para la Escuela de Ingenieros, pero es más significativa la creación de carreras profesionales relacionadas con el ramo en el interior de la República: En 1870 en el Colegio del Estado de Guanajuato, con las carreras de Perito Minero e Ingeniero de Minas y Metalurgista; en 1876, la reinstalación de la Escuela Práctica de Minas de Fresnillo que desapareciera en el II Imperio, ahora en el Colegio del Estado de Zacatecas. Y un año después la creación de la Escuela de Práctica de Metalurgia y Labores de Minas en Pachuca, donde realizarían sus prácticas los estudiantes de ingeniería de minas, como señalé.

En el ámbito de la exploración, por su parte, brilló la figura de Santiago Ramírez,⁴⁹⁹ cuya primera publicación fue justamente sobre combustibles minerales y se dio a la imprenta bajo el Imperio de

⁴⁹⁷ Aquí hay que considerar también la depreciación mundial de la plata que iniciara en 1874.

⁴⁹⁸ Por eso durante el Imperio se hicieron extensivas las disposiciones expedidas para "los criaderos metalíferos [a los] de carbón, sal, etc..." (Robles, Pezuela, "Minería", *Memoria de Fomento...*, 1865, p. 41, 44-45 y 23)

⁴⁹⁹ Aquí tomo el ejemplo de Ramírez por su alta productividad en este ramo. Pero hubo muchos otros estudiosos de los minerales industriales. Considérese que Aguilar registra un total de 73 artículos sobre carbón mineral, 78 sobre cobre y 57 sobre hierro. (Aguilar y Santillán, *BG*, p. 326)

Maximiliano (1866).⁵⁰⁰ De modo que no es sorprendente que en 1870 comenzaran a aparecer estudios encomendados por el Ministerio de Fomento, que vieron la luz en sus *Memorias y Anales*, así como en otros medios de difusión. Los trabajos publicados muestran fehacientemente que la exploración se dirigía paulatinamente a los yacimientos carboníferos en particular, aunque Ramírez también estudió minas de estaño y plata. Sus actividades en relación con estos objetivos se extienden de 1870 a 1883, período que alcanza el primer mandato de Díaz y el gobierno de Manuel González.

En la República Restaurada (1870-1876) estudió el Mineral del Oro, el de Tlalpujahua; el Distrito de Huetamo (carbón y mercurio); Real del Monte y el Mineral de Cuitlanapa en el estado de Guerrero (estaño).

A partir de 1877 su bibliografía revela un enfoque más acusado hacia los combustibles. En esta etapa llevó a cabo el estudio del Mineral de Guadalcázar en San Luis Potosí; la exploración de la Sierra Mojada; los distritos de Matamoros, Izúcar, Chiautla y Acatlán en el Estado de Puebla (carbón); los criaderos de Carbón de Tlaxcala; el Distrito de Tlaxiaco en Oaxaca (carbón); la Municipalidad de Tlaquiltenango del estado de Morelos (carbón); el Cantón de Jalapa (carbón); el Distrito de Alatraste en el estado de Puebla (carbón); los criaderos carboníferos de Coahuila; los minerales de la Campechana en Guanajuato y Comanja y el Roble en Jalisco (carbón); y los depósitos de carbón de Huauchinango.⁵⁰¹

Para evaluar la importancia de los trabajos de Ramírez en el devenir de la geología, conviene recurrir a de Cserna quien manifiesta que éstos incluyen “la geología de los yacimientos minerales y su distribución” y destaca sus contribuciones al estudio de “los yacimientos de carbón”.⁵⁰²

⁵⁰⁰ Ramírez, S., “Combustibles minerales”, *El Mexicano*, 1(48):377-380. (Cit. en Aguilar y Santillán, *BG*, p. 185).

⁵⁰¹ Aguilar y Santillán, *BG*, p. 185-194.

⁵⁰² También se refiere a la publicación del libro *Litología. Introducción al estudio de las rocas* (1886). (De Cserna, “La evolución de la geología...”, p. 10)

En la misma etapa, Antonio del Castillo estudió criaderos de azufre, bismuto, grafito y carbón. Pero su interés principal seguía siendo menos “práctico” y continuó haciendo estudios de geología y paleontología con la colaboración de Bárcena. Sobre estos temas escribieron los *Datos para el estudio de las rocas mesozoicas de México y sus fósiles característicos* (1875) y *Materiales para la formación de una obra de paleontología mexicana* (1877). Y luego del Castillo dio a la imprenta como autor único varios artículos titulados “Adelantos de la geología y paleontología del Valle de México”.⁵⁰³ En su conjunto, los trabajos marcaron un hito en el devenir de la disciplina, que de Cserna caracteriza como “el comienzo de investigaciones estratigráficas y paleontológicas de México hechas por mexicanos”.⁵⁰⁴

Desde luego, a Castillo no se le escapaba el valor de aquellas primicias, de manera que desde su modesto pero estratégico puesto de profesor de geología y mineralogía, perseveraba en el *reclutamiento* de nuevos discípulos que colaborarían en sus investigaciones. En estos años se integró un individuo que de alguna manera supliría la distracción de Bárcena en el Observatorio. Me refiero a José Guadalupe Aguilera (1857-1941), quien ingresó a la Escuela en 1877 y un año después ya tenía el nombramiento “Especialista de Análisis Químicos y Encargado de los Gabinetes de Mineralogía y Geología”.⁵⁰⁵

El *reclutamiento* de Aguilera fue muy semejante al de Bárcena, excepto que en este caso no se advierte la integración a las sociedades científicas locales o internacionales en los primeros años de su relación con del Castillo. Y tampoco parece haber sido proclive a publicar sus trabajos, si se compara su productividad con la de Bárcena en circunstancias análogas.

⁵⁰³ v. *El Minero Mexicano* 4(41), 1879; 6(41), 1879; 7(11), 1880.

⁵⁰⁴ De Cserna, “La evolución de la geología...”, p. 10.

⁵⁰⁵ Rubinóvich *et al*, *José Guadalupe Aguilera Serrano...*, p. 4.

En cambio se ocupó de uno de los proyectos que después se *atribuyeron* a Antonio del Castillo: la conformación, clasificación y ordenamiento del Gabinete de Mineralogía, Geología y Paleontología de la Escuela Nacional de Ingenieros, “que llegó a poseer la colección más completa de rocas y minerales mexicanos”.⁵⁰⁶

La tarea no era de poca monta y debe haberle absorbido todo su tiempo, pues se trataba nada menos que de la consolidación de la Escuela como *el* centro de acopio de la geología de su tiempo.⁵⁰⁷ Y desde luego implicaba cierto avance en la *asimetría* que desplazaba la Sección de Historia Natural del Museo como centro de acopio en el nuevo sistema institucional. Pues como señalé, las *asimetrías* entre los centros de acopio se miden en función de su capacidad comparativa de concentrar *hechos*.⁵⁰⁸

Al margen de estas consideraciones, es evidente que la experiencia en el Gabinete se constituyó en la columna que vertebró la formación de Aguilera, cuya solidez se pondría a prueba en la primera oportunidad.

Ésta tuvo que esperar el cambio de gobierno, cuando Manuel González y su Ministro de Fomento Carlos Pacheco acordaron conceder una ampliación presupuestal a la CGE, que le permitió completar su personal y expandir sus actividades. Aquí viene a cuento nuevamente la exploración naturalista que había venido realizando desde marzo de 1879 y que hasta entonces se había sostenido sobre los hombros del ingeniero Fernando Ferrari Pérez.⁵⁰⁹ Con mayor holgura económica, en julio de 1882 se inauguró formalmente la Sección de Historia Natural de la Comisión y

⁵⁰⁶ Aguilera, “Antonio del Castillo”, p. 5.

⁵⁰⁷ El Gabinete no era nuevo, pues se remonta a la fundación de la cátedra de Orictognosia. Lo novedoso es la concepción dentro del nuevo sistema organizativo.

⁵⁰⁸ Aquí no estoy implicando que perdiera del todo su capacidad de reunir *hechos*, pues igual que en el pasado, el Museo continuaría resguardando algunas de las colecciones mineralógicas y paleontológicas de las expediciones promovidas por el gobierno.

⁵⁰⁹ Ferrari Pérez era egresado de la Escuela de Ingeniería. De 1879 a 1882, la *práctica* naturalista se efectuaba con Ferrari, un colector, un ayudante y un mozo.

se contrató a José G. Aguilera en calidad de "segundo naturalista", con la encomienda de efectuar la exploración geológica.⁵¹⁰

En este punto conviene advertir que la *práctica* de la geología continuaba supeditada a otros **intereses** científicos, que modelaban los contenidos cognitivos de su patrimonio. En este caso, los objetivos de la CGE podían acotarse en los límites epistemológicos de la cartografía y la historia natural, tomando en cuenta que esta última estaba ya en pleno proceso de fragmentación en virtud de la autonomía relativa que habían alcanzado la botánica, la zoología y la geología en las últimas décadas. De hecho, la Sección de Historia Natural de la Comisión no llegó a abrazar a plenitud los tres campos tradicionales de la vieja disciplina y tuvo más éxito en el área de la botánica, como lo prueban el monto y el valor de sus colecciones. El último contemplado en términos de la *validación* a la que se sujetaron en los certámenes internacionales.⁵¹¹

De acuerdo con lo anterior, la inclusión de un geólogo en la Sección de Historia Natural de la CGE podría interpretarse como un intento de equilibrar su *práctica* respecto a los tres objetivos incluidos en su demarcación tradicional. O bien, como un esfuerzo por llevar al terreno de la *práctica* "aquí abajo", los cortes disciplinarios que reformaban la división de los saberes "allá arriba". Pero no puede descartarse que la integración de Aguilera en la Comisión Geográfica hubiera obviado tales reflexiones y que se derivara en cambio, de una negociación *política* entre las redes. Una negociación, por cierto, que pudo haber herido algunas susceptibilidades:

Considérese aquí el regreso de Antonio del Castillo a la Dirección de Ingeniería en enero de 1881, que desplazó al propio Fernández Leal del puesto que ocupara desde 1879. Aunque el último expresaría

⁵¹⁰ Aguilera, J. G., *Bosquejo Geológico de México*, p. 12

⁵¹¹ v. Díaz, A., "Exposición Chicago", p. 10-11 y 17-18.

enérgicamente su inconformidad ante el “atropello”, porque en apariencia no tuvieron la gentileza de advertirle personalmente, finalmente se contentó con la “colocación digna de sus buenos antecedentes y de su notoria aptitud”. Nada menos que en la Oficialía de Fomento.⁵¹²

Pero como suele ocurrir en los “desplazamientos y ajustes” entre las redes, Agustín Díaz actuó en reciprocidad y devolvió a su amigo Fernández Leal un “Informe de los Trabajos de la CGE”, que excluía la exploración geológica que practicara Aguilera.⁵¹³

Con ello, los “reconocimientos geológicos de grandes porciones de los estados de Puebla, Veracruz, Tlaxcala, Oaxaca y Sonora”, que Aguilera dice haber realizado, más las “notas detalladas de las rocas y estructuras del terreno”, que Rubínóvich comenta,⁵¹⁴ se mantuvieron momentáneamente fuera del *patrimonio* que se conformaba en Fomento. Y peor aún, como tampoco en esta ocasión publicó sus resultados, éstos no se sujetaron al proceso de escrutinio de la comunidad científica y por ende, no tenían la posibilidad de *validarse*, independientemente de su valor para los **intereses** específicos de su red. Era como si no existieran.

No obstante, en el recobrado fuerte de la Escuela de Ingenieros, estaban por ponerse en marcha una serie de iniciativas que integrarían los *hechos* de Aguilera al *patrimonio* de la geología y consolidarían definitivamente la legitimidad de su *práctica* en el entramado de las redes sociales de su tiempo.

Entretanto, habría que volver la mirada a las interacciones entre las redes y reparar en una modificación significativa en la organización de las instituciones. Me refiero al cambio de adscripción de las Escuelas de

⁵¹² La remoción de Fernández obedecía a una “disposición general que al establecer ciertas incompatibilidades para obtener dos empleos, comprendió la Oficialía Mayor de las Secretarías de Estado...” (Respuesta de Ezequiel Montes a Fernández, transcrita en Aragón, “El Sr. Ingeniero D. Manuel Fernández Leal”, p. 316)

⁵¹³ Díaz, A. “Informe[s] del Jefe de la Sección Primera”, *Memoria[s] de Fomento*, 1877-1882 y 1883-1885, t. I, p. 70-76 y 101-106, respectivamente.

⁵¹⁴ Rubínóvich, *et al*, *José Guadalupe Aguilera...*, p. 5.

Agricultura e Ingeniería del Ministerio de Instrucción Pública al de Fomento,⁵¹⁵ posición que institucionalizaba la ecuación cultural decimonónica, ciencia-tecnología y progreso económico.

Los movimientos institucionales y los reposicionamientos entre las redes fueron muy favorables a la Escuela de Ingenieros. En primer término porque Fomento tenía un presupuesto considerablemente mayor que el de Instrucción Pública e inmediatamente se dotó a la escuela de instrumental para los gabinetes y observatorios y se enriqueció el acervo de la biblioteca con obras recientes y periódicos científicos –mexicanos y extranjeros.⁵¹⁶

Pero además, se puso en marcha una nueva reforma a los planes de estudio, que insistiría en darle prioridad a la formación “práctica”. Por ello se incluyeron las especialidades de caminos, puertos y canales, la de telegrafista –que se convertiría muy pronto en electricista- y la de ingeniero industrial. Y también había la posibilidad de negociar algunos cambios favorables a la demarcación epistemológica de la geología, sólo que en este punto había que obrar con mucho tiento porque con aquéllo del acento “práctico”, se apelaba directamente a los **intereses** del gremio minero.

De hecho, el Ministro se mantenía tan atento a ellos, que había instrumentado un par de iniciativas que Crespo refiere en los siguientes términos:

[Pacheco] promovió la exploración científica del territorio en busca sobre todo de hierro y de carbón, que son el nervio, con el ácido sulfúrico, de casi todas las industrias grandes. Y por cima de lo demás, y aún de eso mismo, propuso las reformas posibles y convenientes en la legislación, hasta ahora especial, de la industria de los mineros.⁵¹⁷

En efecto, uno de los grandes logros de las negociaciones entre las redes que involucró los **intereses** de los mineros, fue la definición del

⁵¹⁵ El 28 de noviembre de 1881, las escuelas de Agricultura e Ingenieros se separan del Ministerio de Justicia e Instrucción Pública y pasan a la adscripción de Fomento. *Memoria de Justicia e Instrucción Pública*, 1881-1883, Caja 202, exp. 19, f. 21, AGN.

⁵¹⁶ Pacheco, C., *Memoria de Fomento*, 1887, p. 271 y 274.

⁵¹⁷ Crespo, *México. Industria Minera. Estudio de su evolución*, p. 107.

marco jurídico que regularía sus actividades.⁵¹⁸ Su importancia para el futuro de la industria y sus implicaciones para las demás redes sociales, indujo la colaboración de la comunidad científico-técnica de todo el país en el diseño del Código de Minería de 1884.⁵¹⁹ Aquí destacó como intermediario Santiago Ramírez, quien había presentado una primera propuesta desde 1871, y luego participó de manera destacada en la Reforma como miembro de la Comisión que elaboró el nuevo ordenamiento.⁵²⁰

Entretanto, la inversión extranjera en materia minera se había incrementado considerablemente y el territorio mexicano era nuevamente el escenario de una intensiva exploración de propios y extraños para ubicar depósitos de minerales industriales.⁵²¹ Para ejemplificar esta aseveración y ligarla con la conformación del *patrimonio*, valga citar a Aguilera, quien destaca la exploración de Manuel Urquiza y Manuel de Anda sobre la exploración del Distrito de Coalcomán, Michoacán, así como la del norteamericano E. Cope que estudió los depósitos carboníferos del estado de Hidalgo.⁵²²

Este era el contexto en que se negociaría la nueva reforma a los planes de estudio, que podría ajustar la enseñanza de la geología a los cánones que la orientaban en los centros metropolitanos. Aunque debe aclararse que no había uniformidad en los criterios, y de hecho, la

⁵¹⁸ En 1882, el Jefe de la Sección de Minería, Agustín Barroso argumentaba la necesidad de “un código de minería completo y adecuado a nuestro modo de ser político...” (Barroso, “Minería. Informe del Jefe de la Sección Segunda”, p. 456)

⁵¹⁹ Cada estado tuvo un representante, aunque no necesariamente fueron residentes del mismo. Por ejemplo, Mariano Bárcena representó a los estados de Jalisco y México; Luis G. Muro, Zacatecas, José Patricio Nicoli, Sonora; Ignacio L. Vallarta, Sinaloa; etc. (Aguilar y Santillán, *BG pas passim*)

⁵²⁰ La propuesta apareció por primera vez en *El Minero Mexicano*, con el título “Las Ordenanzas de Minería. Sus inconvenientes en la actualidad, necesidad de su reforma y medios de efectuarla”. Posteriormente retomó el asunto en 1875, 1881 y en 1883. Los miembros de la Comisión fueron: Manuel Contreras, Pedro Bejarano, Francisco Bulnes y Santiago Ramírez. El Código Federal de Minería apareció el 22 de noviembre de 1884. (Datos de Crespo, *México. Industria Minera...*, p. 107; y Aguilera y Santillán, *BG*, p. 186-191)

⁵²¹ Desde luego no se había abandonado la minería de plata y oro. Considérese aquí que en 1880 había más de 500 empresas mineras foráneas y para 1888 el capital norteamericano se estimaba en 3 millones de dólares. (Padilla, Fernando, *et al*, “Historia de la metalurgia en México”, p. 84)

⁵²² Aguilera, “Reseña del desarrollo...”, p. 65.

enseñanza de la disciplina podía encauzarse hacia alguna de dos vertientes: la europea de tendencia teórica y la norteamericana de corte practicante.

Del Castillo, por formación, se inclinaba hacia la primera, pero la ascendente influencia norteamericana comenzaba a marcar la pauta tanto en la *práctica* como en la enseñanza de las ingenierías. De manera que el Director debía obrar con prudencia y astucia, para evitar cualquier modificación que rozara la demarcación epistemológica de la geología o que afectara el *reclutamiento* de los “geólogos”.

Esto último en virtud de que una vez en el Ministerio de Fomento, la Escuela de Ingenieros no podía hacer oídos sordos a la demanda explícita de enderezar la enseñanza hacia la directriz practicante. Así lo había expresado el Jefe de la Sección de Minería, Agustín Barroso en 1882:

Todavía es muy grande la preferencia que se da a la parte teórica de los estudios, respecto de la poca atención que se presta a su parte práctica, sin considerar que si ésta no se facilita oportunamente a las personas que se dedican a cualquier carrera, aquélla en vez de fructificar, esteriliza los esfuerzos desarrollados en adquirirla, y proporciona tal vez un porvenir triste y miserable a los que han consagrado al estudio los mejores años de su juventud.⁵²³

Independientemente de las divergencias en cuanto a la formación de los cuadros profesionales, habría que anotar que el proceso de demarcación de las disciplinas y subdisciplinas no se había detenido. De hecho, la arcaica sujeción que mantenía atada a la geología con la industria minera estaba perdiéndose en la *práctica*, pues esta última exigía el concurso de profesionistas especializados. Esto puede apreciarse nítidamente en las bibliografías de Ramírez (minería) y del Castillo (geología y paleontología), así como en la disminución de la productividad de Bárcena en la disciplina, que referí.⁵²⁴

⁵²³ Barroso, “Minería. Informe del Jefe de la Sección Segunda”, p. 455.

⁵²⁴ Desde luego estoy omitiendo a muchísimos autores que escribieron sobre minería, mineralogía y metalurgia.

En todo caso, el destino de la geología en los nuevos planes de estudio dependía “de los acuerdos sociales” que redefinirían el *status* de la geología en la formación de los futuros ingenieros de minas. Por eso, la negociación inevitablemente tuvo que abrir paso a “los ajustes desplazamientos y transformaciones” que permitirían atender los **intereses** y los objetivos de las redes. Aquí los que contaban eran los **intereses** del pujante gremio minero, quien como apunté, procuraría que no se descubijara la formación de cuadros científico-técnicos que se integrarían al desarrollo de la industria.

Pero también estuvieron presentes los agudos debates en torno a la educación positivista, que se encarnizaron contra la Preparatoria, como es sabido. Sin embargo, fueron de peso, porque uno de sus argumentos más sólidos era el que censuraba la desarticulación entre el sistema educativo y las necesidades sociales. Aquí, la demanda manifestaba el **interés** explícito de implantar una instrucción pública de carácter “práctico” y el dardo apuntaba directamente a la reforma de la Escuela de Ingenieros.

El director del Castillo tuvo la precaución de escudarse en un voluminoso Informe de Actividades (1882), en donde procuró probar un distanciamiento del enfoque teorizante mediante una minuciosa pormenorización de las prácticas de cada una de las carreras de la Escuela de Ingenieros.⁵²⁵ El Informe funcionó como *artefacto* en la negociación, pues tuvo la capacidad de *traducir* los **intereses** de las diferentes redes sociales en términos de los **intereses** científicos que abrigaba.

En este punto, no sobra reiterar que la negociación entre los divergentes **intereses** modelaría los contenidos cognitivos de los planes de 1883. Por eso abrieron paso a las nuevas especialidades que mencioné, y para fortuna de la geología, los acuerdos y transformaciones que resultaron, dejaron indemne la definición epistemológica de la disciplina aunque se

⁵²⁵ Castillo, A., *Informe que rinde el director de la Escuela Nacional de Ingenieros...*, 46 p.

hicieron ajustes en el *curriculum*: se mantuvieron las tres subdisciplinas, pero separadas en las asignaturas de “Mineralogía” y “Geología y paleontología”.⁵²⁶

La separación es significativa porque en cierto modo, la independencia de la primera asignatura se “ajustaba” a la demanda de enfatizar la formación “práctica”, mientras que su relación con la segunda preservaba los contenidos cognitivos de su definición epistemológica. Y más aún, el *curriculum* de los Ingenieros y de los eventuales geólogos “profesionales” expresaba una demarcación de las competencias de cada una de las subdisciplinas y redefinía el *corpus* teórico de la geología, orientándolo hacia la geología histórica.

Sin embargo, aún había que ir más allá, pues aún faltaba proveer una definición más precisa de los contornos de la geología en términos de sus contenidos teóricos y esotéricos, que tuviera un correlato con la *práctica*. Pues sólo de esta manera podría materializarse la *distribución de valor* que dejaría de un lado de la frontera a la minería y del otro a la geología.

Aquí tuvieron que ver las relaciones internacionales, aunque paradójicamente, en esta ocasión el impulso no provino de las relaciones “científicas”. Por eso conviene empezar con la participación de México en la Exposición de Nueva Orleans de 1885, en donde se exhibieron los últimos avances locales. Esta vez la geología y la mineralogía mexicanas llevaron como *portavoces* a Mariano Bárcena y José G. Aguilera, integrantes de la delegación que presidía el ex-Ministro de Fomento Porfirio Díaz.⁵²⁷

Nuevamente se enfatizó la presencia de los centros de acopio del país, ahora bajo el nuevo esquema organizativo. De manera que el brillo correspondió a la Comisión Geográfico Exploradora, que recibió “un

⁵²⁶ Dublán y Lozano, tomo XVI, 1881-1884, documento 8744, p. 458-459.

⁵²⁷ Porfirio Díaz estuvo al frente del Ministerio del 1º de diciembre de 1880 al 23 de mayo de 1881.

Premio Extraordinario” por sus cartas y colecciones, pese a que las últimas apenas eran la sombra de las que había perdido hacía un año.⁵²⁸ El resto de los organismos que representaba la delegación mexicana no se quedaron atrás en aportes y reconocimientos. Y desde luego, destacó la colección mineralógica que reunieron y ordenaron los geólogos de Ingeniería, aunque fue más efectiva su colaboración en el alarde de opulencia que quisieron hacer las autoridades: Dispusieron una ostentosa montaña de plata de media tonelada y ganaron para México el honor de haber presentado “el mejor escaparate”.⁵²⁹

Para el devenir de las ciencias de la Tierra, el viaje tuvo una trascendencia fundamental, pues Bárcena llegó a ganarse la confianza plena de Porfirio Díaz. Esto se hizo patente cuando el último abandonó la encomienda para irse cerrar los tratos que había encaminado en un viaje anterior,⁵³⁰ dejando al geólogo como “representante del Comisionado General”. Por eso Bárcena acaparó los titulares de la prensa.⁵³¹

Pero en estos años, ya no era tan significativa la participación en las ferias como lo era la presencia en los congresos científicos. De modo que la valoración de la experiencia de Nueva Orleans tendría que concretarse al papel que desempeñó en términos propagandísticos, más bien dirigidos hacia los **intereses** económicos y políticos del régimen -atraer inversionistas y legitimarse frente “a las naciones civilizadas”.

Esto lo tenían claro algunos sectores de la comunidad científica mexicana, como los médicos -que desde 1876 habían iniciado los congresos nacionales, mientras Liceaga y otros participaban en los

⁵²⁸ En 1884 la CGE había enviado a clasificar al Smithsonian, su “rica y variada colección de historia natural [...] con más de 70,000 ejemplares, sesenta libros de herbarios conteniendo las plantas más raras, cajas con cristales para los insectos, álbumes [y] frascos con reptiles”. Pero su esforzado *ciclo de acumulación* se vio truncado por el incendio del vapor *City of Mexico* en la bahía de la Habana. Pero no se amilanaron, volvieron a iniciar sus colecciones y las llevaron a Nueva Orleans (Díaz, A., “Exposición internacional colombiana...”, p. 10)

⁵²⁹ Cit. en Guevara, *Alfonso Herrera, Manuel M. Villada y Mariano Bárcena...*, p. 168.

⁵³⁰ Sobre el viaje norteamericano de Porfirio Díaz de 1883, v. Liceaga, *Mis recuerdos...*, p. 63-78.

⁵³¹ Cf. Guevara, *Alfonso Herrera, Manuel M. Villada y Mariano Bárcena...*, p.164-169..

internacionales-; los geógrafos y astrónomos –como Anguiano y Díaz Covarrubias-; y los “meteorólogos”, que ya eran miembros de la organización internacional de la especialidad.⁵³² La comunidad geológica, por su parte, había venido estrechando lazos mediante la organización de Congresos Internacionales desde 1878.

La primera experiencia debe haber sido difícil de concertar, pues el Comité Organizador se conformó desde 1875. La iniciativa provino del eminente geólogo estadounidense James Hall y su colega canadiense T. Sterry Hunt, quienes actuaron como Presidente y Secretario y trabajaron incansablemente para coordinar las actividades de los diferentes organismos dedicados a la investigación geológica. La tarea tenía una enorme trascendencia, pues con el Congreso Internacional de Geología, Hall y Hunt darían el paso definitivo para consolidar el proceso de "socialización formal" de la geología, mediante la integración de las redes institucionales de la especialidad en todo el mundo.

El Congreso se llevó a cabo en París en 1878 con la representación de 23 países, y tuvo dos objetivos fundamentales: difundir las novedades teórico-prácticas que llevarían los delegados e iniciar el proceso de normalización de la práctica. El significado de este último aspecto, en términos de la estabilización del *ethos* de la geología, explica su prioridad en las reuniones internacionales subsiguientes, pues sólo mediante la estandarización tendría sentido formalizar el postergado proyecto de construir la Carta Geológica del Globo.

Antonio del Castillo asistió como representante de México desde el Primer Congreso, como una prueba más de su sostenida interacción con aquellas redes. Y a su regreso se encargó de *traducir* los **intereses** que convendría tomar en cuenta para el progreso de la geología mexicana.

⁵³² El primer congreso internacional de meteorología se llevó a cabo en Viena en 1873. En 1879 se formó la Organización Meteorológica Mundial, con la participación de México. [Organización Meteorológica Mundial, *Cien años de cooperación internacional en meteorología (1873-1973)*, p. 6-14]

En relación con el proyecto de la Carta del Globo, conviene aclarar que no era ajeno a los científicos del país, como se constata en un artículo de 1875 que publicara Santiago Ramírez.⁵³³ En cambio, habría que consignar la adopción paulatina de la normativa que se iba acordando, cuya importancia destacó Ordoñez cuando afirmó que el establecimiento de cánones y estándares constituyó un hito “para el progreso y desarrollo de esta ciencia”.

La situación no era privativa de la geología, como es bien sabido, ni tampoco novedosa en nuestro país. Pero desde 1881 había comenzado a cobrar visos de perentoria, pues había un intermediario mexicano en Europa, que iba de un congreso a otro mientras advertía a sus compatriotas sobre el papel que desempeñaban estas reuniones para el desarrollo científico y las posibilidades que abrían para la integración de la ciencia mexicana en el *patrimonio “universal”*. Me refiero a Francisco Díaz Covarrubias, quien en 1881 representó a México en el Congreso Internacional de Electricidad de París, al que asistieron los artífices de la teoría electromagnética.⁵³⁴

Desde luego, su estancia en el Viejo Continente obedecía a los **intereses** políticos del Presidente Díaz, cuya salvaguarda exigía mantener a los aliados de sus opositores tan lejos como le fuera posible.⁵³⁵ Eso sin herir las susceptibilidades de las redes científicas que seguían reconociendo el

⁵³³ Ramírez, S., “La Carta Geológica de la Tierra”, *El Minero Mexicano*, 2(51), 1875.

⁵³⁴ En el Congreso estuvieron Joseph Thomson, Hermann L. Helmholtz y Heinrich Hertz, entre otros. Díaz Covarrubias publicó la relatoría en la *Memoria de Fomento*, 1877-1882, vol. I, p. 718-781. Sobre los congresos y reuniones internacionales que se efectuaron en Francia, v. Borrego, M., *La France au point de vue de voyageurs mexicains au XIX^e siècle*.

⁵³⁵ Entre otros encargos, Díaz Covarrubias fue representante de México en la Comisión Internacional en París para reglamentar la propiedad y conservación de cables eléctricos submarinos en 1882. El mismo año fue vice-presidente de la Sociedad Latino-americana de París. En 1883 inspeccionó el sistema de drenaje de París; en 1884 realizó un estudio del tabaco; en 1887 representó a México en la Exposición de vías férreas. (Borrego, *op cit*, p. 39)

liderazgo intelectual del astrónomo. Para ello, nada como una misión diplomática y si en lugar de Guatemala se trataba de París, mejor.⁵³⁶

En el Consulado, Díaz Covarrubias pudo mantenerse al tanto de los congresos científicos de todas las especialidades porque se integró a la comunidad científica local, y aunque era astrónomo, tampoco era un mundo tan grande. En el caso de los congresos internacionales de geología, su intervención habría operado como soporte de las negociaciones de Castillo para asistir a Bolonia en 1881 y a Berlín en 1885.⁵³⁷

El III Congreso Internacional de Geología tuvo un significado especial, pues durante la reunión se constató que los avances en la normalización eran considerables, ya que casi todos los trabajos que presentaron las trece delegaciones habían adoptado las normas convenidas en los congresos previos. Era el momento de plantear el proyecto internacional más ambicioso: integrar las cartas geológicas nacionales en una sola.

Aquí cabe reiterar que desde la primera mitad del siglo XIX, buena parte de los países europeos ya contaban con sus cartas geológicas nacionales. Por eso los geólogos del Viejo Mundo se desplazaron en los años subsiguientes hacia las amplias regiones inexploradas, cuya constitución física era preciso estudiar para concluir aquel proyecto de geología histórica que mencioné. (Aunque no hay que descartar la presencia de otros **intereses** en las exploraciones del XIX, como he venido reiterando.)

Respecto al *ciclo de acumulación* de la geología de México, en el que habían participado los europeos (de Humboldt a Tarayre) y los

⁵³⁶ La primera estrategia de Don Porfirio para sofocar la influencia de Díaz Covarrubias en las redes científicas fue enviarlo de Ministro de México en las Repúblicas de Centro América (febrero de 1878). Luego lo designó Director de la Comisión de Límites con Guatemala (hasta 1880) y al término del periplo europeo que apunté, lo nombró Cónsul General de México en París (1886-1889).

⁵³⁷ No está claro si Castillo fue en calidad "oficial", pues la documentación sólo refiere una licencia para ausentarse de la cátedra. Ni hay noticia de que presentara algún trabajo.

norteamericanos (de Emory a Cope), lo que se podía decir desde las metrópolis, es que se había truncado. Y también, que aún eran insuficientes –pero no irrelevantes– los esfuerzos locales y foráneos que se efectuaron con posterioridad.

Antonio del Castillo tenía perfecta conciencia de aquella percepción, pues la compartía con dolor. De modo que nuevamente hizo acopio de energía y trazó una nueva estrategia para modular las *asimetrías*:

Poco después de que se acordara en Berlín la ejecución colectiva de la Carta Geológica del Globo, Castillo empezó a gestionar la creación del Instituto de Geología, con el objetivo de construir la que correspondía a México y presentarla en el Congreso de Londres en 1888. Desde luego, tan ambicioso proyecto requería de la *traducción* adecuada para que se le asignaran los cuantiosos recursos que requeriría.

De ahí que Antonio del Castillo se esmerara en la *traducción* inicial, para abarcar los **intereses** de todas las redes y ofrecer al Instituto Geológico como el único *atajo* para alcanzar sus respectivos objetivos. Así quedó expuesto en el *Estatuto* que habría elaborado para la negociación, mismo que conviene transcribir en su integridad, para ubicar los párrafos que revelan los **intereses** ajenos a la investigación propiamente geológica:

Artículo 1º. El objeto del Instituto Nacional Geológico es practicar y dirigir el estudio geológico del territorio mexicano, dándole a conocer bajo los puntos de vista científico e *industrial*.

Artículo 2º. Son obligaciones del Instituto Nacional Geológico:

- I. Formar y publicar los mapas geológico y *minero* de la República con sus Memorias respectivas.
- II. Hacer y dar a luz mapas geológicos especiales y estudios de regiones interesantes del país, como *distritos mineros*, formaciones fosilíferas, grandes dislocaciones de terrenos, cañones, grandes cuencas, volcanes, grutas, etc.
- III. Formar y conservar un museo geológico del territorio, que comprenda las colecciones clasificadas, y sirvan para la construcción de los mapas; los originales de éstas; las vistas, perfiles, modelos, publicaciones, que unidas a aquellas colecciones y a las otras de los gabinetes de la *Escuela Especial de Ingenieros*, den una idea completa de las formaciones

geológicas del terreno, de las propiedades del suelo, de sus aguas subterráneas, de su *riqueza mineral y de las industrias que a ellas se refieran*.

- IV. Reunir y publicar datos relativos a la *historia, estadística y progreso de la Minería de México*, por medio de trabajos propios, y traducciones de autores *extranjeros*.

Artículo 3°. Para la ejecución de los mapas geológicos se tomarán como base los geográficos de la *Comisión Exploradora*, que ésta pondrá a su disposición, al paso que se vayan necesitando o ejecutará de preferencia de acuerdo con el Instituto.

Artículo 4°. La ejecución de todos estos trabajos científicos, técnicos e industriales, se subdivide en las Secciones siguientes:

1. Sección de Paleontología (Fauna y Flora fósiles).
2. Sección de Geología y *Minería*
3. Sección de Petrografía, Estratigrafía y Mineralogía.
4. Sección de perforación de taladros de investigación de la *riqueza mineral y acuífera* de los terrenos (depósitos y corrientes de aguas subterráneas).
5. Sección de Análisis, Química y Metalurgia.
6. Sección de Fotografía, Litografía y de dibujos fósiles, vistas, paisajes, planos, perfiles o cortes geológicos y mineros, reproducciones y moldes.
7. Sección de Secretaría, correspondencia, estadística, traducciones y publicaciones.
8. Sección de contabilidad y pagaduría.

Artículo 5°. Constituyen el personal del Instituto:

Un Ingeniero Director y lo será por ahora, el de la *Escuela Especial de Ingenieros*, encargado del examen, inspección y revisión de todos los trabajos, de la formación de Memorias, de los informes, publicaciones y de ordenar la subdivisión de los trabajos de las Secciones comprendidas en el artículo anterior.

Un Subdirector encargado de la Sección 1ª.

Tres geólogos encargados de las Secciones 2ª y 3ª.

Un mecánico geólogo director de la perforación de taladros de investigación de aguas subterráneas y *criaderos minerales*, encargado de la Sección 4ª.

Un profesor de análisis, química y metalurgia, encargado de la Sección 5ª.

Un dibujante, fotógrafo y litógrafo encargado de la Sección 6ª.

Un Secretario Ingeniero encargado de la Sección 7ª.

Un pagador y escribiente auxiliar de la Dirección y Secretaría.

Un preparador de láminas delgadas de rocas y minerales para su estudio al microscopio y conservador de las colecciones e instrumentos.

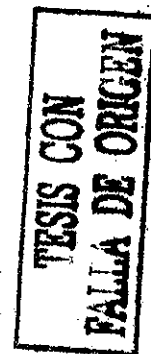
Un escribiente de catálogos y etiquetas, encargado además del aseo de los salones de colecciones y oficinas.⁵³⁸

Como puede verse en las cursivas que marqué, Castillo procuró enfatizar la conveniencia del Instituto como el *atajo* que procuraría

⁵³⁸ Ordóñez, *El Instituto de Geología*, p. 10-12.

racionalizar la exploración, estudio y viabilidad de la industria minera; el que mantendría la prominencia de la Comisión Geográfico Exploradora dentro del esquema organizativo; el que procuraría afianzar el desempeño de la Escuela de Ingeniería en el incremento de la densidad científico-técnica del país; el que tendería los lazos hacia las redes internacionales. Y también, el que haría investigación geológica.

Cuando Castillo terminó su *traducción* los tiempos parecían inmejorables, pues durante el gobierno de González se había avanzado considerablemente en la traza de la red ferroviaria, que facilitaría el traslado de los exploradores.⁵³⁹ Además en el nuevo período de Díaz, Bárcena ya formaba parte de los íntimos; Pacheco seguía en Fomento; Aguilera se desempeñaba “como Geólogo en Jefe de la Comisión Científica de Sonora” y Antonio del Castillo tenía un nuevo recluta, Ezequiel Ordóñez, al que me referiré más adelante.⁵⁴⁰



Hasta aquí la *traducción* inicial pareció fructífera, ya que el 26 de mayo de 1886 el Ministerio de Fomento presentó ante la Cámara de Diputados el acuerdo del Presidente Díaz para crear un organismo que se dedicaría al “estudio geológico del territorio [para] darlo a conocer desde los puntos de vista científico e industrial”. Pero las apariencias resultaron engañosas, pues la iniciativa se “congeló” temporalmente en el Senado, revelando la necesidad de nuevas *traducciones*.

Entretanto, otras redes científicas se afanaban por conducir a puerto sus propios **intereses**. Me refiero a los farmacéuticos y los naturalistas que habían convencido a Pacheco de la “urgente necesidad” de estudiar las plantas medicinales de México. Pacheco accedió, pero como he referido en

⁵³⁹ En 1886 la red ferroviaria alcanzaba los 10,000 km y la telegráfica casi los 40,000.

⁵⁴⁰ Sobre las andanzas de Aguilera en el *interin*, v. Rubinóvich *et al*, *José Guadalupe Aguilera...*, p. 6.

otro lado, el gremio de los médicos metió la mano –para introducir sus **intereses**- y el proyecto también quedó pendiente.⁵⁴¹

Mientras Don Porfirio cavilaba sobre la conveniencia de “echarles más maíz” a los letrados,⁵⁴² el Congreso Internacional de Londres se venía encima, y estaba cada vez más claro que no habría posibilidad de adelantar en la Carta Geológica de México. Seguramente Antonio del Castillo tuvo la precaución de advertir a sus intermediarios que en el Congreso se presentarían los mapas geológicos de “todas las naciones civilizadas”. Pero la respuesta seguía siendo la misma: los senadores continuaban debatiendo la pertinencia de la iniciativa, pues no había presupuesto.

Esto no quiere decir que sus promotores estuvieran ayunos de explicaciones: Era muy evidente que las dilaciones que obstaculizaban la creación del Instituto de Geología provenían directamente de los **intereses** en disputa. Desde luego, estaban en juego los **intereses** científicos de Castillo y Bárcena, que no necesariamente serían coincidentes. Pues no se puede descartar aquí, que probablemente a Bárcena le hubiera encantado dirigir el Instituto.⁵⁴³ Pero también contaban y mucho, los mineros -locales y foráneos-, que harían valer cuantas “negociaciones y ajustes” convinieran a sus **intereses**.⁵⁴⁴ Y por supuesto, merodeaban los **intereses** de otras redes políticas que maniobraban en la asignación de los dineros en un momento en que pesaba la depreciación de la plata. Por último, Don Porfirio tampoco quería promover desequilibrios en el gallinero de los letrados, para no afectar sus propios **intereses**.

⁵⁴¹ Azuela, “El Instituto Médico Nacional como espacio de legitimación...”

⁵⁴² Se dice que cuando “los del cacumen” importunaban a Díaz, el avezado político respondía “Este gallo quiere más maíz”. Y si le convenía, se lo echaba: lo mandaba de viaje, lo hacía diputado, le daba chamba...

⁵⁴³ Quiero decir que es posible que tuvieran **intereses** políticos divergentes, dada la posición relativa de cada uno de ellos en el entramado de las redes.

⁵⁴⁴ La *traducción* de los **intereses** de los mineros aparece nítidamente en la transcripción que hicieron Rubinóvich y Lozano, de los argumentos de la Comisión de Industria durante los debates del Congreso. (v. Rubinóvich y Lozano, *Ezequiel Ordóñez*..., p. 28-29)

Las discrepancias entre los **intereses** impulsaron un viraje en la estrategia de Castillo y dieron lugar a un nuevo “desplazamiento”, que apartó de la vista el Instituto y puso en relevancia **intereses** de mayor cuantía política. En este caso, de política exterior.

Me refiero a la invitación formal que recibió el Mandatario para participar en la Exposición del Centenario en París. Para entonces México ya contaba con varias experiencias en ferias internacionales: Filadelfia y Nueva Orleans, pero también Buenos Aires y Berlín.⁵⁴⁵ Además, Porfirio Díaz había puesto especial énfasis en la tarea del Consulado en Francia de restaurar la confianza de los franceses después de la aventura imperial, en la que destacara la fiera lucha que librara el ahora Mandatario.

En efecto, cuando Emilio Velasco fue enviado como Agente Confidencial de México en Francia (1879) para negociar la posible reanudación de relaciones entre los dos países, el diplomático mexicano tenía la misión exclusiva de transmitir a los franceses la idea de que México era un país moderno y confiable.⁵⁴⁶

Sus gestiones habían sido exitosas, pues en poco tiempo se abrieron consulados y agencias consulares en varios puntos del territorio francés y se emprendieron intercambios comerciales de gran cuantía. Se estableció el Banco Nacional de México con capital franco-mexicano (1881); se inauguró la ruta marítima Havre-Veracruz y Progreso (1884); y dos años después se firmó el Tratado de Amistad, Comercio y Navegación entre los dos países.⁵⁴⁷

⁵⁴⁵ La exposición Continental de Buenos Aires y la de Geografía Comercial y de Exportación de Berlín se llevaron a cabo en 1882, con “importantes contingentes de artículos mexicanos”. (“Exposiciones”, *Memoria de Fomento*, 1877-1882, p. 422-426.)

⁵⁴⁶ “El objetivo más importante de vuestra misión es ilustrar a los principales órganos de la opinión pública de Francia sobre el porvenir de México y sobre el interés de Europa en vigilar y consolidar nuestra autonomía, así como en desarrollar su comercio, aprovechando la inclinación y la fascinación de los mexicanos por los productos europeos.” (Carta de Ruelas a Velasco, 22 de junio de 1879, cit. en Pérez Siller, “Une stratégie de l’image...”, p. 312)

⁵⁴⁷ Borrego, *op cit*, p. 12

Además de tan significativos logros, explica Guerra, París desempeñaba un papel singular para los viajeros mexicanos:

París parecía investido de un rol de modelo central que no tenían las otras capitales. Londres era extremadamente importante para los negocios, para los modelos económicos; por el ideal de un régimen representativo con una evolución política sin contrapunto. Alemania podía acoger a los técnicos o a los militares; Italia a los escritores y a los artistas, que como sus homólogos europeos realizaban ahí otro viaje ritual. Pero París era el obligado destino de los viajes europeos y la referencia global de la política, la civilización y la cultura. Sólo en sus dominios, España hubiera podido disputarle el primer lugar por la comunión cultural con sus antiguas colonias, pero no fue el caso. Es justamente a partir de esas referencias triangulares –Francia, España, América Latina- que puede comprenderse el rol de París.⁵⁴⁸

Su apreciación parece justa, como ha mostrado Borrego en el estudio que he venido citando, donde analizó una muestra de 566 viajeros que estuvieron en París entre 1879 y 1910. La mayor parte de ellos tenían vínculos con el gobierno o las empresas (más de la mitad) y se distribuían en los siguientes roles socio-profesionales: 21% militares; 19% diplomáticos; 10% ingenieros; 9%; políticos; 8% artistas; 8% médicos; 6% estudiantes; 4% profesores.⁵⁴⁹ Buena parte de los viajeros estudió las novedades en la organización institucional y en el desarrollo educativo, científico y tecnológico, probando así la hipótesis de Guerra en cuanto a la adopción de los modelos franceses en México.⁵⁵⁰

En este contexto, la Exposición de París representó la coyuntura que propiciaría la mejor *traducción* posible de los **intereses** de los geólogos:

Ya que hasta la fecha México permanecía rezagado a los ojos del mundo por carecer de su carta geológica nacional, qué mejor oportunidad la de construirla ahora para llevarla a París y mostrar la riqueza que escondían las entrañas de nuestra Tierra. Y de paso probar a los ojos del

⁵⁴⁸ Guerra, F. X., 1989. "La lumière et ses réflets: Paris et la politique latino-américaine", Kaspie André et Antoine Marès (coord.), *Le Paris des étrangers depuis un siècle*, Imprimerie Nationale, París, p. 178.

⁵⁴⁹ Borrego, *op cit*, p. 75-76.

⁵⁵⁰ Sin embargo, algo semejante podría decirse del "modelo norteamericano", pues como se ha visto, los intercambios con los Estados Unidos continuaban creciendo en las mismas áreas.

*mundo que bajo la protección de Porfirio Díaz, México entraba a pasos agigantados “al concierto de las naciones civilizadas. (Sin mencionar el bochorno que había sufrido en París el prominente funcionario de Gobernación y futuro Ministro del ramo, José Ives de Limantour en 1875.)*⁵⁵¹

Esta vez Don Porfirio “pudo” darle la vuelta al proceso legal y en marzo de 1888 creó una Comisión Geológica (CG) para que preparara la Carta y desde luego, hubo de dónde asignarle fondos. Aunque a los geólogos después les parecieron pocos,⁵⁵² fueron suficientes para preparar un contingente de *hechos científicos* sobre la constitución geológica y minera de la República que funcionarían luego como *artefactos* para culminar el proceso de *traducción* que requería el establecimiento del Instituto.

Entretanto, había que abrir paso a los **intereses** de todas las redes, incluidas las internacionales, porque todavía **no existía** el Instituto Geológico y esta era una meta que no podía perderse de vista. Aquí conviene transcribir a uno de los comisionados, José G. Aguilera, quien refirió los objetivos del organismo *provisional*:

Los trabajos [de la Comisión] fueron en un principio consagrados exclusivamente a la formación de una carta geológica general y una carta minera del país. La primera estaba destinada a dar una idea de las formaciones geológicas dominantes y por lo mismo, las más interesantes del país, a la vez que servir de base para los trabajos más detallados y perfectos que debían ejecutarse más tarde.

La carta minera debería servir para presentar al país, desde el punto de vista minero, con la importancia real que le corresponde, dada la inmensa cantidad de criaderos existentes en su suelo y la diversidad de substancias minerales en estos criaderos contenidos, mientras trabajos estadísticos concienzudos se emprendían para dar a conocer el verdadero valor de nuestra riqueza mineral en estado de explotación,

⁵⁵¹ En esos años Limantour trabajaba en gobernación, como Delegado de la Secretaría para estudiar la baja en el precio de la plata (que afectaba la materialización del Instituto). Y desde luego en 1889 anduvo en París como el resto de “los íntimos”.

⁵⁵² Ordóñez, *El Instituto de Geología...*, p. 12.

así como las existencias almacenadas en nuestro suelo, que reclaman la inversión de nuevos capitales...⁵⁵³

Hasta aquí los **intereses** locales vinculados con las redes políticas y empresariales. Luego asomaron la cabeza los **intereses** de los centros de acopio de las metrópolis, que Castillo había advertido a través de cuarenta años de intercambios, y que acabaría de actualizar durante su participación en el Congreso Geológico de Londres, a la que me referiré más adelante.⁵⁵⁴ Me refiero a los meteoritos mexicanos, que se conocían en estado de “muestra” desde tiempos de Humboldt y luego de la Intervención en su monumental y completa materialidad, como señalé.

Del Castillo no quiso que “los museos de historia natural que acababa de ver en Europa” estuvieran privados de la amplísima variedad de especímenes que podía proveer el suelo mexicano. De manera que dispuso la colecta de muestras de todos los meteoritos conocidos, que debía completarse con los datos de su exacta ubicación geográfica y también la elaboración de modelos de cartón de “los dos meteoritos de Chupaderos y el de Zacatecas, conjuntamente con los de Oaxaca y los que se resguardaban en el Museo Nacional”.⁵⁵⁵

Antes de proseguir con las actividades de la Comisión, conviene detenerse a explicar su significado en el devenir de la geología mexicana:

Desde luego, salta a la vista que la CG fue el primer organismo creado específicamente para llevar a cabo investigaciones de orden *geológico*. Este solo hecho tiene una *traducción* que comporta la asimilación de los cortes disciplinarios en la *práctica* científica: Por primera vez en la historia, los “geólogos” mexicanos iban a desplegar una

⁵⁵³ Aguilera, “Reseña del desarrollo...”, p. 81-82.

⁵⁵⁴ En efecto, Antonio del Castillo aprovechó “el encargo del Ejecutivo” para llevar la representación de la CG, con todo y que no llevaba la tarea.

⁵⁵⁵ Rubínovich y Lozano, *Ezequiel Ordóñez...*, p. 32.

práctica “aquí abajo” que coincidiría con la división canónica de los saberes “allá arriba”.⁵⁵⁶

Además, la presencia de la Comisión Geológica dentro del sistema institucional de organización de las ciencias –por “temporal” que fuera en ese momento- contribuía al proceso de demarcación social de la geología y legitimaba su *práctica* dentro de unos límites perfectamente bien identificados por la comunidad científica. Había operado una contundente *distribución de valor* en la vida social: ahora sí se había levantado un muro entre la *práctica* de la minería y la *práctica* independiente de la geología.

La *distribución de valor* tuvo consecuencias en el inmediato reacomodo de las redes sociales, que ubicó a Antonio del Castillo en un nodo con mayor potencial dentro del entramado.

La prueba material del ascenso del geólogo, se manifestó en el esfuerzo colectivo que implicó la conclusión del *Bosquejo Geológico*, la *Carta Minera de la República* y la organización de una colección de 4,000 ejemplares de minerales, rocas y fósiles, a los que se sumaron los “meteoritos”.

Aquí fue decisivo su puesto de Director de Ingeniería, ya que la Escuela proporcionó el local de la Comisión y recurrió a sus estudiantes y egresados para la integración del personal nominal y voluntario, pues obviamente las prácticas se orientaron a la consecución del ambicioso proyecto. La rápida integración de la CG, en este sentido, reveló una vez más la presencia de una mayor densidad científico-técnica en el país, ya que en abril de 1888 se había encontrado el personal especializado que llevaría a cabo el ambicioso proyecto:

Desde luego, la dirección recayó en el *geólogo* Antonio del Castillo, quien incluyó como *geólogo* auxiliar a José G. Aguilera, a quien se sumaría

⁵⁵⁶ Deliberadamente excluyó la exploración geológica de la *Commission Scientifique du Mexique* y las que efectuaron otros extranjeros.

después Baltazar Muñoz. Ezequiel Ordóñez aún era estudiante, de modo que quedó como uno de los “dibujantes y paisajistas”, pero se desempeñó como *geólogo* bajo la supervisión de su mentor. Hubo también dos ingenieros topógrafos, un cartógrafo y un escribiente.⁵⁵⁷

Por parte del Ministerio de Fomento, Castillo recibió un sólido espaldarazo: Pacheco no escatimó ni un peso y ordenó la colaboración de todos los organismos de Fomento mediante la disposición de cartas y colecciones mineralógicas. De esta manera, no sólo se integró la Carta de la República y otras cartas particulares de la CGE, sino buen número de fósiles y rocas de sus colecciones. También se incluyeron las cartas geológicas del Istmo de Tehuantepec (Barroso y Spear); los datos, especímenes y colecciones de las Comisiones de Límites de Guatemala y Norteamérica; los de las Comisiones de Sonora y Baja California;⁵⁵⁸ y los perfiles geológicos de las líneas tendidas por el Ferrocarril Nacional Mexicano.

Además, los miembros de la Comisión aprovecharon las facilidades de la extensa red ferroviaria para realizar expediciones en las que verificarían datos y completarían los vacíos en el patrimonio.⁵⁵⁹ Se tomó especial cuidado en “recoger datos relativos a las minas en trabajo y la situación de los centros mineros [...] para formar, en un esqueleto de la Carta Geográfica de la República, la Carta Minera”.⁵⁶⁰

⁵⁵⁷ Los topógrafos fueron Francisco Garibay y Lamberto Cabañas; el cartógrafo fue Juan Orozco y Berra; el escribiente y encargado de las colecciones fue Francisco Brito (luego sustituido por Juan Alonso). El otro dibujante fue Luis Becerril. (Rubinóvich y Lozano, *Ezequiel Ordóñez...*, p. 34)

⁵⁵⁸ José G. Aguilera había trabajado como Geólogo en Jefe de la Comisión de Sonora (1886). La Comisión de Baja California (1884) estuvo a cargo de Joaquín M. Ramos, quien publicó un “Informe...”, que incluye datos sobre la geología y la importancia industrial de los placeres auríferos de la región. Éstos últimos también se dieron a la imprenta en *El Minero Mexicano* y en los *Anales de Fomento*. (Aguilar y Santillán, *BG.*, p. 196)

⁵⁵⁹ Para 1888 la red sumaba alrededor de 11,500 km.

⁵⁶⁰ Los datos de los párrafos anteriores provienen de Aguilera, J., *Bosquejo geológico...*, p. 12-14.

En este punto conviene volver momentáneamente atrás, para comentar el significado de la *tournée* que efectuó del Castillo por los centros científicos europeos, como Director de la Comisión Geológica:

Por un lado, parece poco prudente que el nuevo organismo quedara provisionalmente acéfalo para que el Director asistiera a un Congreso. Pero por otro, habría que atender la nutrida correspondencia que éste sostuvo con el Ministro Pacheco y el Presidente Díaz, en donde pormenorizó los avances y novedades en la organización científica -y en la tecnología para la industria minera- que atestiguó en las metrópolis y los hizo partícipes de los honores que estaba ganando para México.⁵⁶¹

En realidad, del Castillo estaba utilizando el viaje para *traducir* sus **intereses** científicos en términos de los **intereses** políticos y explicar a Don Porfirio el papel que desempeñaba la investigación geológica “en las naciones civilizadas”. Su *traducción* fue efectiva, pues logró persuadir a Díaz de que los letrados se habían ganado “el maíz”. De modo que el 17 de diciembre de 1888 se aprobaron las iniciativas del Instituto Médico Nacional y el Instituto Geológico.⁵⁶² Pero para el segundo organismo, “el maíz” seguiría siendo una promesa, como puede advertirse en el documento que creó el Instituto Geológico:

El Congreso de los Estados Unidos Mexicanos decreta:

Artículo único: Se autoriza al Ejecutivo de la Unión para que proceda a establecer un Instituto Geológico, *sujetando a la aprobación de la Cámara en el próximo Presupuesto de Egresos, las cantidades que juzgue necesarias al planteamiento[y] organización del Instituto [...]*

México, 17 de diciembre de 1888. Porfirio Díaz. al C. General Carlos Pacheco, Secretario de Estado del Despacho de Fomento, Colonización, Industria y Comercio.⁵⁶³

⁵⁶¹ v. Rubínovich y Lozano, *Ezequiel Ordóñez...*, p. 35-37.

⁵⁶² Para la creación del Instituto Médico contó mucho la insistencia de Pacheco, quien llegó a prestar la cocina de su casa como laboratorio con tal de organizar las colecciones que se llevarían a París.

⁵⁶³ *Diario Oficial*, tomo XIX, núm. 152, p. 2, 25 de diciembre de 1888.

Con esta promesa en el corazón, Antonio del Castillo llevó la representación de la geología mexicana a la Exposición de París.

Para no repetir lo que han escrito otros autores sobre la feria,⁵⁶⁴ me limitaré a consignar que el *Bosquejo geológico* se editó en una imprenta parisina y se repartió entre los delegados de los países participantes. Y desde luego, resultó premiado junto con las colecciones y demás objetos que se presentaron.

Una vez que lució la medalla que ganó en París con el *Bosquejo Geológico de México*, los argumentos de Antonio del Castillo se volvieron más convincentes para materializar el Instituto. Ahora podía decirle a Porfirio Díaz que la única vía para llegar a la riqueza minera de México, era *a través del atajo* de su Instituto. Y más aún, el *atajo* le permitiría atraer inversionistas que multiplicaran los caudales del país; ganar prestigio y respeto de las potencias extranjeras. Habría una ciencia nueva que aprender y desarrollar en México. Sería un país nuevo.⁵⁶⁵

Sin embargo, del Castillo siguió fungiendo como Director de una Comisión Geológica que había desaparecido desde 1889 y de un Instituto Geológico que sólo existía en el papel. Pero no por mucho tiempo, porque en marzo de 1891 renunció Pacheco y no faltó quien propusiera al geólogo para sustituirlo.⁵⁶⁶ A Díaz le pareció mejor que ocupara el cargo Fernández Leal y a Castillo le dio las llaves del Instituto.

Cuando finalmente se estableció el Instituto Geológico en 1891, Antonio del Castillo tenía setenta años de edad y más de cuarenta de desempeñarse como “geólogo”. Su biografía profesional había transitado de la orictognosia de Werner a la geología de Lyell y su *práctica* había

⁵⁶⁴ Sobre la Exposición de París, v. Tenorio, *Artifugio de la nación moderna...*; v.t. Aimone et Olmo, *Les Expositions Universelles...*

⁵⁶⁵ La argumentación parafrasea a Latour, B., “Dadme un laboratorio y moveré el mundo”, p. 243.

⁵⁶⁶ El 14 de junio de 1891 *El hijo del Ahuizote* publica una terna para el ministerio de Fomento con los nombres de Antonio del Castillo, Vicente Riva Palacio y Mariano Jiménez. A Fernández Leal lo ponen en la terna de Comunicaciones. (cit. en Cosío Villegas, *Historia Moderna...*, vol. 9, p. 395)

peregrinado por la vía franca de la minería, mientras efectuaba las *traducciones* que le permitieron ejercer la geología.

Para su fortuna, vio la materialización de sus sueños en el Instituto y todavía alcanzó a dirigirlo durante cuatro años e incluso pudo paladear su inserción en las redes internacionales cuando llevó su representación al V Congreso Internacional de Geología en Washington (1891). En ese lapso se dieron a la imprenta numerosos trabajos que manifestaron la importancia del nuevo organismo dentro del sistema institucional de las ciencias y el valor social y *cognitivo* de la geología como disciplina independiente.

Aquí destacan las versiones actualizadas del *Bosquejo de la Carta Geológica de México*, la *Carta Minera de la República* y la *Carta de los Meteoritos de México*, que se exhibieran en París. Asimismo el Instituto publicó varios planos geológicos de minas; el Plano geológico y petrográfico de la Cuenca de México; los cortes geológicos de sus pozos artesianos y un Informe sobre los trabajos hidrológicos de la misma. Paradójicamente, todos ellos aparecieron bajo la rúbrica de Castillo, en su calidad de “Director de la Comisión Geológica de México”.

En efecto, muchos de los trabajos que se efectuaron después de 1891, se publicaron bajo el sello de la Comisión Geológica. Da la impresión de que los propios geólogos no acababan de asimilar el significado del cambio de denominación dentro del marco general de la organización de las ciencias.⁵⁶⁷

No obstante, la productividad de los integrantes del Instituto durante estos años fue muy importante, tanto en volumen como en significación.⁵⁶⁸

⁵⁶⁷ El cambio en la denominación fue muy paulatino e incluso algunos autores continuaron refiriéndose al Instituto como “Comisión” a la vuelta del siglo. Un indicador significativo aparece en la *Bibliografía geológica...* de Aguilar (1908), donde atribuye al *Boletín de la Comisión Geológica*, un artículo que apareció en el *Boletín del Instituto Geológico*. (v. Aguilar y Santillán, BG, Castillo y Aguilera, “Fauna fósil...”)

⁵⁶⁸ Para muestra basta un botón: entre 1888 y 1895, el más joven *recluta*, Ezequiel Ordóñez, publicó 17 trabajos individualmente, de los cuales 3 se publicaron en el extranjero (Bruselas, Berlín, Philadelphia). O dos botones: Aguilera, que como dije, no era proclive a publicar, dio a la imprenta 6 artículos. Esto sin contar los trabajos en coautoría, ni los que aparecieron bajo la rúbrica colectiva del Instituto.

En este rubro, parecía como si sus investigaciones se hubieran contenido a presión en el viejo esquema organizativo y por fin se hubiera abierto la válvula que les permitiría difundirse en libertad. La válvula en cuestión fue desde luego, el yunque institucional.⁵⁶⁹

En efecto, cuando el Instituto Geológico se convirtió en una entidad autónoma dentro del Ministerio de Fomento, con una partida especial del presupuesto Federal para su sostenimiento (1891), se dio el paso definitivo en la institucionalización de la geología en México. Pues finalmente se reconocía la identidad singular e independiente de la disciplina científica y la legitimidad profesional de su ejercicio.

Ahora se podía hablar de la existencia de geólogos profesionales en el sentido de Morrel: había un espacio para desarrollar “vocaciones de tiempo completo” en las que se manifestaba “la posesión de *habilidades* basadas en el *conocimiento sistemático, teórico y esotérico* [de la geología]; la sujeción a un *entrenamiento riguroso y especializado*; [y] la disposición de *procedimientos* para probar y *certificar* la *competencia* de los miembros”. El Instituto Geológico era una organización “autoregulada y sancionada por el Estado”, que “ejercía un grado de *monopolio* sobre los *contenidos esotéricos* de la especialidad”. Era el encargado de imponer el cumplimiento de “los *estándares y normas* de la *práctica*”, además de que confería a sus integrantes “un fuerte sentido de *identidad corporativa*”.⁵⁷⁰

Cuando Antonio del Castillo murió en 1895, el Instituto Geológico se había consolidado tanto en el nivel local como en el internacional, ahora mediante su propio *Boletín*, que constituía el primer órgano especializado para la difusión de la disciplina.⁵⁷¹ Esto último, sin dejar de lado los

⁵⁶⁹ La conocida metáfora supone que la práctica científica opera como el martillo, mientras la institución funciona como el yunque. De manera que su acción conjunta permitiría *forjar* los hechos científicos.

⁵⁷⁰ Retomo a Morrel, J. B., "Professionalisation", p. 981. (Las cursivas son mías.)

⁵⁷¹ El primer número se dedicó íntegramente al estudio "Fauna fósil de la Sierra de Catorce", en el que colaboraron Antonio del Castillo y José G. Aguilera.

sostenidos intercambios de sus miembros con los centros de acopio metropolitanos.⁵⁷²

Era, en todos los sentidos, una nueva etapa para el devenir de la disciplina. Tan distinta a su pasado inmediato, tan novedosa en las posibilidades que se abrían, que algunos estudiosos la han denominado “la época de oro de la geología mexicana”.⁵⁷³ Pero para que el *ciclo de acumulación* transitara por el nuevo *atajo*, los actores habían tenido que recorrer un periplo de dimensiones épicas:

En efecto, *la edad heroica de la geología en México* se caracterizó como una gesta en la que hubo que retorcer los objetivos que dictaban los **intereses** de las redes, para explorar el territorio “aquí abajo” y dar cuenta de su configuración geológica. Y al mismo tiempo, “allá arriba” tuvieron que librarse múltiples batallas para enseñar la geología dentro del útil pero artificial encierro de unos planes de estudio que protegían el predominio de la formación profesional de los ingenieros de minas. Y con ello, mantenían los contenidos *cognitivos* de la geología en las márgenes de sus superposiciones con aquéllos que requería la minería.

Al final se vio con claridad que las razones que retrasaron la demarcación de la geología en el horizonte cultural y la inauguración de una *práctica* que reflejara los nuevos cortes, no habían tenido nada que ver con la docencia o la investigación.

⁵⁷² Baste señalar que entre 1896 y 1906, Ordóñez publica en Berlín, Filadelfia, París y Stuttgart, mientras que Aguilera lo hace en París. Además, México siguió presentándose en los congresos mundiales de la especialidad y en 1906 fue la sede del X Congreso Geológico Internacional.

⁵⁷³ De Cserna, “La evolución de la geología...”, p.16; Rubinóvich y Lozano, *Ezequiel Ordóñez...*, p. 50.

Conclusiones

El censo de 1900 registra un total de 884 ingenieros en el país, de los cuales casi el 3 % estaba empleado en el Instituto Geológico de México. La cifra es significativa, pues la ingeniería era la única opción profesional que podía conducir a la investigación geológica. Y como probé en las páginas precedentes, la profesionalización de la actividad científica fue una novedad que modificó irreversiblemente la vida social de México, en el último tercio del siglo XIX.

Las cifras que anoté sirven también para valorar en su justa medida el papel que desempeñó el Instituto Geológico en el régimen de Díaz, pues bastaría compararlas con la dimensión actual de las opciones profesionales y su relación con la actividad científica. Y como cualquiera entiende, ambas variables dependen directamente de decisiones de orden político, que derivan de las negociaciones con las redes sociales y sobre todo, de las que están asociadas con la posición del país en el marco hegemónico que nos rige.

El comentario es pertinente, porque los estudiosos de la vida política de aquel período histórico han pasado por alto las relaciones entre la actividad científica y los proyectos *políticos* de Díaz; han descartado la importancia de la primera o la han calificado de artilugio propagandístico.

Esta apreciación se lee en el *El Porfirismo* de José C. Valadés, quien se refirió al Instituto Geológico en los siguientes términos:

Con viso científico, ha sido fundado en 1891 el Instituto nacional de geología [...] A pesar de la pompa en la inauguración del nuevo establecimiento, [al Director] el gobierno sólo le concede como

auxiliares en las investigaciones que ha de llevar a cabo en la república, cuatro geólogos y dos ayudantes.⁵⁷⁴

Con este y otros ejemplos de las instituciones científicas, el historiador hizo escarnio de “la proclama de una vida científica en México” durante el gobierno de Díaz. Para Valadez, “los planes desarrollados por el régimen porfirista sólo condujeron a la fabricación de *nuevos parámetros oficiales*”. Los trabajos científicos corrieron peor suerte, pues aunque valora los que realizaron Castillo y Aguilera en el Catorce, llegó al extremo de afirmar “que ningún interés despertaron en el país ni sirvieron para dar justa nombradía [a sus autores]”.⁵⁷⁵

Obviamente su interpretación comporta la carga ideológica de aquella historiografía post-revolucionaria que condenaba todas las acciones políticas del “dictador”. Aquí pagaron justos por pecadores, pues en el afán de desacreditar a “los científicos”, los historiadores borraron los logros de los hombres de ciencia⁵⁷⁶ y pasaron por alto la trascendencia de las instituciones científicas dentro de la vida social, que en algunos casos perduraría hasta nuestros días -como el Instituto Geológico. Y por ello, tampoco percibieron la consolidación de la ciencia mexicana en su propio suelo; ni “pudieron ver” cómo se abría paso en el entramado de las redes internacionales.

El estudio que he presentado, muestra por el contrario, la manera como se entrelazaron las iniciativas de las diferentes redes sociales para promover sus respectivos **intereses**. En particular, habría quedado claro que resulta imposible explicar la *práctica* científica sin referirse a la acción política. Recíprocamente, la importancia que se asignó a la ciencia en la acción política -como factor distintivo de la cultura decimonónica-, impediría su cabal análisis si se omitiera el vector científico. En todo caso,

⁵⁷⁴ Valades, J., *El porfirismo*, t. 2, p. 243.

⁵⁷⁵ Valades, J., *El porfirismo*, t. 2, p. 241 y 243.

⁵⁷⁶ Aquí diferencio con las comillas al grupo político de “los científicos”, de los hombres de ciencia.

uno de los objetivos de este trabajo fue justamente reiterar la necesidad de revisar la historiografía del período, con el objeto de incluir la actividad científico-técnica como elemento indispensable para la cabal comprensión histórica del siglo XIX.

En el mismo tenor, destacué la importancia de manifestar la influencia de las relaciones internacionales en el devenir de la práctica científica y subrayé el papel de las metrópolis en la negociación con las redes locales para definir los objetivos de la investigación del territorio. Asimismo, revelé las interacciones de los mismos *actores* en la concertación de los acuerdos sociales que definieron la demarcación de las disciplinas en los ámbitos epistemológico y social.

En este punto fue particularmente importante descubrir los **intereses** de las diferentes redes sociales, pues había que señalar las indispensables *traducciones* que permitieron integrar los **intereses** de los “geólogos”. Esto en virtud de que hasta 1888, la *práctica* que conformaba su *patrimonio* no tenía correlato con la demarcación epistemológica de la geología.

Por lo anterior, se puede concluir que el conocimiento que se acotó dentro de las fronteras disciplinarias de la geología se fue modelando a partir de las negociaciones e intercambios entre las diferentes redes sociales. La promoción de sus respectivos **intereses** dejó su huella en los objetivos de la investigación a lo largo del siglo XIX; prefiguró los contenidos cognitivos del patrimonio de la geología mexicana; y marcó el destino de las nuevas generaciones de especialistas. Esto último en virtud de que la filiación de la geología dentro del marco institucional de la Escuela de Ingenieros, habría constituido un obstáculo para la demarcación de la disciplina en los límites epistemológicos de las ciencias naturales.⁵⁷⁷

⁵⁷⁷La observación corresponde al Dr. Zoltan de Cserna quien ha comentado la inexplicable carencia de una licenciatura en Geología dentro de las escuelas de ciencias. (v. De Cserna, “La evolución de la geología...”, p. 17)

Para cerrar mi argumentación aludiré a la definición mertoniana de la ciencia como una actividad social cuyo único objetivo es producir conocimiento válido, sólo para reiterar que la “producción” del conocimiento en países como México continúa atada a numerosas intermediaciones. De modo que con el ánimo de mantener la congruencia hasta el final, citaré por última vez a Bruno Latour:

Lo que se llama 'conocimiento' no puede definirse sin comprender antes lo que significa *adquirir* conocimiento. En otras palabras: el 'conocimiento' no es algo que pueda describirse por sí mismo o por oposición a 'ignorancia' o a 'creencia', sino únicamente considerando el ciclo entero de acumulación: cómo traer cosas al regreso de un lugar para que alguien las vea por primera vez y otros puedan ser enviados de nuevo para traer más cosas.⁵⁷⁸

⁵⁷⁸ Latour, *Ciencia en acción...*, p. 210.

**Colecciones documentales y
fuentes hemerograficas del periodo**

Anales de la Asociación de Ingenieros Civiles y Arquitectos de México, Tipografía de M. de Torner y Cía., México, 1871.

Anales de la Asociación de Ingenieros Civiles y Arquitectos de México, 22 vols., Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México, 1886-1911.

Anales de la Asociación Metodófila "Gabino Barreda", Dublán y Chávez, México, 1877.

Anales del Instituto Médico Nacional, 10 vols., Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México, 1894-1908.

Anales de la Secretaría de Fomento, 3 vols., Imprenta del Ex-Arzobispado, 1854.

Anales de la Secretaría de Fomento, 11 vols., Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México, 1877-1898.

Archives de la Commission Scientifique du Mexique, 1865-1867. Ministère de l'Instruction Publique, Imprimerie Impériale, 3 vols., Paris.

Boletín del Museo Nacional de México, 2a. época, tomo I, Imprenta del Museo Nacional, México, 1904.

Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 1a. época, 5 vols., México, 1905-1912.

Boletín de la Secretaría de Fomento, 10 vols, 3 épocas, 1877-1911.

Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (BSMGE), cinco épocas, (1861-1912), México.

Colección de Documentos Oficiales para la historia de México, Secretaría de Fomento, Tomos I y II, AGN, galería 4, 1857-1865 y 1866-1880.

Colección de Documentos Oficiales para la historia de México, Ministerio de Justicia e Instrucción Pública, Tomos I-VI, Biblioteca del AGN, 1843-1897.

Diario Oficial del Imperio Mexicano, 4 volúmenes, 1864-1867, Imprenta de Antonio Torres, México.

Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos, (se cita como *Diario Oficial*), 1876-1910, México.

Dublán, Manuel y José María Lozano (comps.), 1876-1904. *Legislación mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República*, 34 vols., Imprenta de Eduardo Dublán, México.

El Estudio. Semanario de Ciencias Médicas. Órgano del Instituto Médico Nacional, 4 vols., Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México, 1889-1893..

La Naturaleza. Periódico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, primera serie, siete vols. (1869-1882); segunda serie, 3 vols. (1887-1903); tercera serie, 3 cuadernos, (1904-1912), México.

Memoria(s)... del Ministerio de Fomento..., (el título varía; se cita como *Memoria de Fomento*), 1857-1912, México.

Memoria(s) del Ministerio de Justicia e Instrucción Pública, 1844-1870, AGN, Fondo: "Documentos para la historia de México".

Memoria del Ministerio de Justicia y negocios eclesiásticos, leída por el secretario..., 1852, México.

Memoria del Secretario de Estado y del Despacho de Guerra y Marina, leída..., 1849, Imprenta de V. García Torres, México.

Memoria(s) de la Secretaría de Estado y del Despacho de Relaciones Interiores y Exteriores..., 1835-1852, México.

Memoria(s) de la Secretaría de Hacienda correspondiente(s) al año fiscal..., 1876-1900, (la editorial varía), México.

Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate" (MSCAA), 32 vols., México, 1887-1914.

Los Presidentes de México ante la Nación (1821-1966), Informes, manifiestos y documentos de 1821 a 1966, vol. II, "Informes y respuestas desde el 1o. de abril de 1876 hasta el 4 de noviembre de 1911", Ed. por la XLVI Legislatura de la Cámara de Diputados, Recopilación de Luis González y González, México.

Revista Positiva, 14 vols, México, 1901-1914.

Tena Ramírez, Felipe, *Leyes fundamentales de México*, Porrúa, México.

DICCIONARIOS Y ENCICLOPEDIAS

Asimov, Isaac, 1988. *Enciclopedia biográfica de ciencia y tecnología*, Alianza Editorial-SEP, México.

British Encyclopedia (The New), British Encyclopedia Inc., Fifteenth Edition, U.S.A. , 1985.

Diccionario Porrúa de Historia, Biografía y Geografía de México, Porrúa, México, 1995.

Enciclopedia de México, Sabeca International Investment Corporation, México, 2000.

Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana, Espasa-Calpe, Madrid.

Gregoire, Luis, 1884. *Diccionario Enciclopédico de Historia, Biografía, Mitología y Geografía*, tercera edición traducida, Librería Carnier Hermanos, Sociedad de Imprentas Paul Dupont, París.

Kunitz, Stanley J., (ed.), 1973. *British Authors of the Nineteenth Century*, The H. W. Wilson Company, New York.

Novo, Pedro de, y F. Chicarro (eds.), 1957. *Diccionario de Geología y ciencias afines*, Labor, España.

Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate" (MSCAA), 32 vols., México, 1887-1914.

Los Presidentes de México ante la Nación (1821-1966), Informes, manifiestos y documentos de 1821 a 1966, vol. II, "Informes y respuestas desde el 1o. de abril de 1876 hasta el 4 de noviembre de 1911", Ed. por la XLVI Legislatura de la Cámara de Diputados, Recopilación de Luis González y González, México.

Revista Positiva, 14 vols, México, 1901-1914.

Tena Ramírez, Felipe, *Leyes fundamentales de México*, Porrúa, México.

DICCIONARIOS Y ENCICLOPEDIAS

Asimov, Isaac, 1988. *Enciclopedia biográfica de ciencia y tecnología*, Alianza Editorial-SEP, México.

British Encyclopedia (The New), British Encyclopedia Inc., Fifteenth Edition, U.S.A. , 1985.

Diccionario Porrúa de Historia, Biografía y Geografía de México, Porrúa, México, 1995.

Enciclopedia de México, Sabeca International Investment Corporation, México, 2000.

Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana, Espasa-Calpe, Madrid.

Gregoire, Luis, 1884. *Diccionario Enciclopédico de Historia, Biografía, Mitología y Geografía*, tercera edición traducida, Librería Carnier Hermanos, Sociedad de Imprentas Paul Dupont, París.

Kunitz, Stanley J., (ed.), 1973. *British Authors of the Nineteenth Century*, The H. W. Wilson Company, New York.

Novo, Pedro de, y F. Chicarro (eds.), 1957. *Diccionario de Geología y ciencias afines*, Labor, España.

Bibliografía general

- Aceves, Patricia, (ed.), 1990. *Tratado elemental de Química por A. L. Lavoisier* (edición facsimilar y estudio preliminar de P. Aceves) UAM-X, México.
- , 1990. "La difusión de la química en el Real Jardín Botánico y en el Real Seminario de Minería (1788-1810)", *Quipu*, 7(1):5-35.
- (ed.), 1995. *Las ciencias químicas y biológicas en la formación de un nuevo mundo*, Col. Estudios de Historia Social de las Ciencias Químicas y Biológicas, UAM-X, México.
- Adorno, Juan N., 1865, *Memoria acerca de la hidrografía, meteorología, seguridad hidrogénica y salubridad higiénica del Valle, y en especial de la capital de México, escrita por...*, Imprenta de Mariano Villanueva, México.
- Aguilar y Santillán, Rafael, 1890, "Apuntes relativos a algunos observatorios e institutos meteorológicos de Europa", *Boletín de la SMGE*, 4a época, tomo 2, p. 108-131, México.
- , 1891-1895. "Bibliografía meteorológica mexicana que comprende las publicaciones de Meteorología, Física del Globo y Climatología, hechas hasta fines de 1889", *Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate"*, vols. 4, 6, 7, 8 y 9.
- , 1898. "Bibliografía geológica y minera de la República Mexicana", *Boletín del Instituto Geológico de México*, num. 10. (El mismo año la Tipografía de Fomento publicó una edición independiente.)
- , 1904. *Bibliografía geológica y minera de la República Mexicana completada hasta el año de 1904*, Imp. y Fototipia de la Secretaría de Fomento, México, 1908.
- Aguilera, José G., 1896, *Bosquejo Geológico de México*, Ofna. Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México.

- , 1896. "Antonio del Castillo. Director fundador del Instituto Geológico de México", *Boletín del Instituto Geológico de México*, 1ª época, 1(4-6):3-7, 1 retrato.
- , 1905. "Reseña del desarrollo de la geología en México", *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 1ª época, 1:35-117, México.
- , y Ezequiel Ordóñez, 1894-1896. "Breve explicación del bosquejo geológico de la República Mexicana", *La Naturaleza*, 2ª serie, 2: 385-389, una carta (1: 10,000,000).
- Aimone, Linda et Carlo Olmo, 1993. *Les Expositions Universelles, 1851-1900*, Éditions Belin, Paris.
- Alamán Lucas, 1838. , *Obras*, (compilación de Rafael Aguayo S.), 4 vols., Editorial Jus, México, 1947.
- , "Individuos que componen el Instituto Nacional de Geografía y Estadística", en *Documentos diversos (Inéditos y muy raros)*, *Obras*, tomo 4.
- Alcocer, Gabriel V., 1897. "Reseña histórica de los trabajos emprendidos acerca de la flora mexicana e importancia de terminarlos", *La Naturaleza*, 2ª serie, 3:11-24, 1897-1903.
- Almaraz, Ramón, 1865. *Memoria de los trabajos ejecutados por la Comisión científica de Pachuca en el año de 1864. Mandada publicar de orden de S. M. I. Por el Ministerio de Fomento. (Esta memoria es continuación de la del Valle de México)*, Imp. Andrade y Escandón, México.
- Alzate, José A., "Estado de la geografía en la Nueva España y modo de perfeccionarla", *Diario Literario de México*, núm. 1, 12 de marzo de 1768, reimpresso en *Gacetas de Literatura de México*, tomo 4, p. 123-131, reimpresso por la Oficina del Hospital de San Pedro, Puebla, 1831.
- Anderson, Benedict, 1997. *Comunidades imaginadas. Reflexiones sobre el origen y la difusión del nacionalismo*, FCE, México.
- Aragón, Agustín, 1909. "Biografía del señor ingeniero D. Manuel Fernández Leal", *Revista Positiva*, 10(110):305-319.

- Arnaiz y Freg, Arturo (ed.), 1963. *Obras Sueltas de José María Luis Mora, ciudadano mexicano*, Porrúa, México.
- Asimov, Isaac, 1982. "Lavoisier", *Enciclopedia biográfica de ciencia y tecnología*, Alianza Ed., México, p. 178-182.
- Azuela, Luz Fernanda, 1995. "El Instituto Médico Nacional como espacio de legitimación de la medicina mexicana tradicional", en Aceves, Patricia, Aceves (Coord.), *Las ciencias químicas y biológicas en la formación de un mundo nuevo*, Col, Estudios de historia social de las ciencias químicas y biológicas, num. 2, UAM-X, México, p. 359-371.
- , 1995. "La institucionalización de la meteorología en México a finales del siglo XIX", en Ma. Luisa Rodríguez-Sala y J. Omar Moncada Maya (Coords.), *La cultura científico-tecnológica en México: Nuevos materiales interdisciplinarios*, UNAM, México, p. 99-105.
- , 1996. *Tres sociedades científicas en el Porfiriato. Las disciplinas, las instituciones y las relaciones entre la ciencia y el poder*, SMHCT-UNAM, México.
- , 1996. "La institucionalización de las ciencias en México durante el Porfiriato", en Ma. Luisa Rodríguez-Sala e Iris Guevara (Coords.), *Tres etapas del desarrollo de la cultura científico-tecnológica en México*, UNAM, México, p. 73-84.
- , 1999. "La propuesta de Alzate en torno al debate sobre la verdadera figura de la Tierra", en Teresa Rojas R. (Coord.), *José Antonio Alzate y la Ciencia Mexicana*, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México, p. 143-151
- , 2000. "La valoración de Humboldt en los homenajes mexicanos del siglo XIX", en Leopoldo Zea y Alberto Saladino (Coords.), *Humboldt y América Latina*, IPGH-UNAM-FCE, México.
- , 2002. "Francisco Díaz Covarrubias y la Ingeniería en México", en Ma. Luisa Rodríguez-Sala (coord.), *Personajes y escenarios espacio-temporales en la construcción de la actividad científico-técnica nacional*, UNAM, México, (en dictamen).

- , 2002. "Los naturalistas mexicanos entre el II Imperio y la República Restaurada", en Aceves, Patricia, (ed.), *Homenaje a Dn. Alfonso Herrera Fernández en el centenario de su fallecimiento*, UAM-X, México, en prensa. (Título provisional)
- , y Rafael Guevara, 1996. "La obra del naturalista Alfonso Herrera Fernández", en Ma. Luisa Rodríguez-Sala e Iris Guevara (coords.), *Tres etapas del desarrollo de la cultura científico-tecnológica en México*, UNAM-México, p. 61-72.
- , y Rafael Guevara, 1998. "Las relaciones entre la comunidad científica y el poder político en México en el siglo XIX, a través del estudio de los farmaceuticos", en Patricia Aceves (Coord.), *Construyendo las ciencias químicas y biológicas*, Col, Estudios de historia social de las ciencias químicas y biológicas, num. 4, UAM-X, México, p. 239-258.
- y José O. Moncada, 2001. "La Geografía en las *Gacetas de Literatura*", en Patricia Aceves (Coord.), *Periodismo científico en el siglo XVIII: José Antonio de Alzate y Ramírez*, UAM-X, México, p. 431-450.
- Ballesteros, Víctor, (ed.), 1993. "Estudio preliminar" de la *Memoria de los trabajos ejecutados por la Comisión científica de Pachuca en el año de 1864*, (edición facsimilar), Universidad Autónoma de Hidalgo, Pachuca, México.
- Barberena, Elsa y Carmen Block, 1986. "Publicaciones periódicas científicas y tecnológicas mexicanas del siglo XIX: Un proyecto de bases de datos", *Quipu*, 3(1):7-26.
- Bárcena, Mariano, 1873. "Memoria presentada al Sr. D. Blas Balcárcel, Director de la Escuela Especial de Ingenieros, por ..., Director sustituto de la práctica de Mineralogía y Geología en el año de 1872", en Balcárcel, Blas, *Memoria del encargado de la Secretaría de Justicia e Instrucción pública*, p. 201-227.
- , 1874. "Descubrimiento de una nueva especie de mineral de México", *La Naturaleza*, 1ª serie, (3):35-39.
- , 1877. "La Sociedad Internacional de Ciencias", *Boletín del Ministerio de Fomento...*, tomo I, núm. 21, Imprenta de Francisco Díaz de León, México.

- Bargalló, Modesto, 1955. *La minería y la metalurgia en la América Española durante la época colonial. Con un Apéndice sobre la Industria del Hierro en México desde la iniciación de la Independencia hasta el presente*, FCE, México.
- , 1964. "Andrés Manuel del Río en el bicentenario de su nacimiento (1764). (Su labor geológica, mineralógica y minerometalúrgica)", *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, (25):255-261.
- , 1966. "La obra científica de Andrés Manuel del Río y su significado en la historia de México y de América", en Carlos Prieto, Manuel Sandoval Vallarta, Modesto Bargalló y Arturo Arnáiz y Freg, *Andrés Manuel del Río y su obra científica. Segundo centenario de su natalicio (1764-1964)*, Cía. Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, México.
- Barnes, Barry y R. G. A. Dolby, "El ethos científico: un punto de vista divergente", en Iranzo, J. Manuel, J. Rubén Blanco, Teresa González de la Fé, Cristobal Torres y Alberto Cotillo, *Sociología de la ciencia y la tecnología*, CSIC, Madrid, p. 33-51.
- Barré, P., 1899. *Historia de las exposiciones en el siglo XIX*, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México.
- Barroso, Agustín, 1874. "Memoria sobre la geología del Istmo de Tehuantepec", *Anales del Ministerio de Fomento*, vol. 3, p. 245-330, 1877.
- , 1879. "Memoria sobre la geología del Istmo de Tehuantepec", en Fernández Leal, *Informe sobre el reconocimiento del Istmo presentado al Gobierno Mexicano*, p. 61-106.
- , 1879. "Apuntes sobre la vegetación del Istmo de Tehuantepec", en Fernández Leal, *Informe sobre el reconocimiento del Istmo...*, p. 125-146.
- , 1882. "Minería. Informe del Jefe de la Sección Segunda", *Memoria de Fomento*, tomo I, p. 448-457, 1877-1882.

- Bazant, Mílada, 1982. "La República Restaurada y el Porfiriato", en Francisco Arce Gurza *et al*, *Historia de las profesiones en México*, El Colegio de México, México.
- , 1984. "La enseñanza y la práctica de la Ingeniería durante el Porfiriato", *Historia Mexicana*, 33(3):254-297.
- Beltrán, Enrique, 1948. "La Naturaleza. Periódico científico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. (1869-1914). Reseña bibliográfica e índice general", *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 9(1-2): 145-174.
- Ben-David, J., 1978. "Scientific productivity and academic organization in nineteenth century Medicine", in Barber, Bernard and Walter Hirsch (eds.), *The Sociology of Science*, Greenwood Press, Westport Conn., p. 305-328.
- Bensaude-Vincent, Bernadette, 1990. "A view of the Chemical revolution through contemporary textbooks: Lavoisier, Fourcrouy et Chaptal", *British Journal for the History of Science*, 23:435-460.
- , 1995. "Lavoisier: una revolución científica", en Aceves, Patricia (ed.), *Las ciencias químicas y biológicas en la formación de un nuevo mundo*, Col. Estudios de Historia Social de las Ciencias Químicas y Biológicas, UAM-X, México, p. 19-29.
- Berdoulay, V, 1981. "The contextual approach", en Stoddart, D.R. (ed.) *Geography, Ideology and Social Concern*, Basil Blackwell, Oxford.
- , Berdoulay, Vincent, 1981. *La formation de l'école française de Géographie (1870-1914)*, Bibliothèque Nationale, Paris.
- Berlandier, Luis y Rafael Chovell, 1850. *Diario de viage de la Comisión de Límites que puso el gobierno de la República, bajo la dirección del Exmo. Sr. General de división D. Manuel de Mier y Terán*, Tipografía de Juan R. Navarro, México.
- Bernal, John D., 1979. *La ciencia en la historia*, UNAM-Nueva Imagen, México.
- Borrego, Mariana, 2001. *La France au point de vue de voyageurs mexicains au XIX^e siècle*, Memoire du Diplôme d'Études Approfondis, Paris.

- Bourdieu, Pierre, 1975. "The specificity of the scientific field and the social conditions of the progress of reason", *Social Science Information*, (14):19-47.
- , 1992. *Les Règles de l'Art. Genèse et Structure du Champ Littéraire*, Seuil, Paris.
- Brading, David, 1984. "Social Darwinism and Romantic Idealism: Andrés Molina Enríquez y José Vasconcelos in the Mexican Revolution", en *Prophecy and Myth in Mexican History*, Cambridge Latin American Miniatures, Cambridge.
- Brasseur, Charles, 1860. *Viaje por el istmo de Tehuantepec (1859-1869)*, Traducción de Luis Roberto Vela, FCE, México, 1984.
- Bret, Patrice, 1995. "La enseñanza durante la revolución química en el arsenal: El curso de Gengembre en la *Escuela de Pólvora (1785)*", en Aceves, Patricia (ed.), *Las ciencias químicas y biológicas en la formación de un nuevo mundo*, Col. Estudios de Historia Social de las Ciencias Químicas y Biológicas, UAM-X, México, p. 49-62.
- Broc, Numa, 1974. "L'établissement de la géographie en France: diffusion, institutions, projets, (1870-1890)", *Annales de Géographie*, 83:545-568.
- , 1981. "Les grandes missions scientifiques françaises au XIX^e siècle (Morée, Algérie, Mexique) et leurs travaux géographiques", *Revue d'histoire des sciences*, p. 319-358.
- Bulnes, Francisco 1875. *Sobre el hemisferio norte once mil leguas. Impresiones de viaje a Cuba, los Estados Unidos, el Japón, China, Conchinchina, Egipto y Europa*, Imprenta de la Revista Universal, México.
- Burkart, Joseph, 1836. *Aufenthalt und Reisen in Mexico in den Jahren 1825 bis 1834. Bemerkungen über Land, Produkte, Leben und Sitten der Einwohner und Beobachtungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Geognosie, Bergbuckunde, Meteorologie, Geographien, etc.*, E. Schweixwerbart's Verlagshandlung, Stuttgart, 2 vols, X-392 y 286 p. Taf. I-XI.

- , 1861. "Memoria sobre la explotación de minas en los Distritos de de Pachuca y Real del Monte de México, por el Dr. ..., Traducida del alemán por D. Miguel Velázquez de León", edición facsimilar de la Universidad Autónoma de Hidalgo, Pachuca, 1989. [La "Memoria..." apareció originalmente en los *Anales de la Minería Mexicana o Revista de Minas, Metalurgia, Mecánica y de las ciencias de aplicación a la minería. Publicada por los antiguos profesores de la Escuela Práctica de Minas y a expensas del Gobierno del Estado de Guanajuato*, que se publicó durante el año de 1861.]
- , 1861. "Resumen de los resultados obtenidos en la explotación de las minas de Pachuca y Real del Monte durante los años de 1859, 1860 y 1861" [traducido y corregido por Antonio del Castillo], *Boletín de la SMGE*, 2ª época, tomo 2, p. 579-594, México, 1870.
- Bustamante, José Ma., 1834. *Descripción de la Serranía de Zacatecas formada por... Aumentada y combinada con planos, perfiles y vistas trazadas en los años de 1829, 1830, 1831 y 1832 por C. De Berghes*, Imprenta de Galván, 40 p. (Existe una redición del Gobierno del Estado, Tip. Enr. García, Zacatecas, México, 1905.)
- Buttimer, Anne, 1981. "On people, paradigms and 'progress' in geography", en Stoddart, D.R. (ed.), *Geography, Ideology and Social Concern*, Basil Blackwell, Oxford.
- , 1999. "Beyond Humboldtian and Geothean Science: Enduring Lessons from Alexander von Humboldt's Geography", versión mecanográfica de su presentación en la *Conferencia Internacional "Alexander von Humboldt y la ciencia americana. Bicentenario"*, Ciudad de México, 15-19 de agosto de 1999.
- Callon, Michel, 1995. "Algunos elementos para una sociología de la traducción: la domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de St. Brieuç", en Iranzo, J. Manuel, J. Rubén Blanco, Teresa González de la Fé, Cristobal Torres y Alberto Cotillo, *Sociología de la ciencia y la tecnología*, CSIC, Madrid, p. 260-282.
- Cantor, Geoffrey, 1989. "The Rethoric of Experiment", in Gooding, David, Trevor Pinch and Simon Schaffer, *The Uses of Experiment, Studies in the Natural Sciences*, Cambridge University Press, Cambridge.

- Capel, Horacio, 1981. "Institutionalization of Geography and strategies of change, en Stoddart, D.R. (ed.), *Geography, Ideology and Social Concern*, Basil Blackwell, Oxford.
- , (Ed.), 1981. "Manuel de Aguirre y la nueva geografía española del siglo XVIII", estudio introductorio a la *Indagación y reflexiones sobre la Geografía con algunas noticias previas indispensables (1782)* de Manuel de Aguirre, Ediciones de la Universidad de Barcelona, Barcelona.
- , 1985. *La física sagrada. Creencias religiosas y teorías científicas en los orígenes de la geomorfología española. Siglos XVII-XVIII*, Ediciones del Serbal, Barcelona.
- , 1987. "Naturaleza y cultura en los orígenes de la geografía española", en Lafuente, Antonio y Juan José Saldaña (coords.), *Historia de las ciencias*, CSIC, Madrid, p. 167-193.
- , 1990. "Historia de la ciencia e historia de las disciplinas científicas. Objetivos y bifurcaciones de un programa de investigación sobre historia de la geografía", en *Cuadernos de Geografía*, núm. 1, UNAM, México, p. 5-45.
- , 1995. "Ramas en el árbol de la ciencia: Geografía, física e historia natural en las expediciones náuticas del XVIII", en Díez Torre, Alejandro R., Tomás Mallo y Daniel Pacheco Fernández (coords.), *De la ciencia ilustrada a la ciencia romántica*, Ateneo de Madrid-Doce Calles, Madrid.
- Cárdenas de la Peña, Enrique, 1979. *Mil personajes en el México del siglo XIX*, SOMEX, México.
- Cardoso, Ciro (coord.), 1978. *Formación y desarrollo de la burguesía en México, siglo XIX*, Siglo XXI, México.
- , (coord.), 1980. *México en el siglo XIX (1821-1910). Historia económica y de la estructura social*, Nueva Imagen, México.
- Casanova Alvarez, Francisco, (comp.) 1985. *México: economía, sociedad y política de la República Restaurada a la Constitución de 1917*, UNAM, México.

- Casas, Rosalba, 1985. *El Estado y la política de la ciencia en México (1935-1970)*, UNAM, México.
- Castillo, Antonio del, 1845. *Resumen de los trabajos que sobre de criaderos de minas de azogue se practicaron el año de 1844 bajo la Dirección de la Junta de Fomento y Administrativa de Minería. Formado por...*, Imp. de la Sociedad Literaria, México. (Contiene 1 tabla y 3 planos)
- , 1852. "Reconocimiento de las minas y criaderos de hierro ... situados entre los pueblos de Xonacatepec y Xalostoc ... con una rápida exploración geológica de la región ... acompañado de las cartas de su posición geográfica y topográfica", *Boletín de la SMGE*, 1ª época, tomo III, México.
- , 1868. "Discurso pronunciado por ..., Presidente de la Sociedad, en la sesión inaugural verificada el día 6 de septiembre de ...", *La Naturaleza...*, 1ª serie, (1):1-5, 1869-70.
- , 1869. "Säugethierreste aus der Quartär-Formation des Hochthales von Mexico", *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, (21):479-482, Berlín.
- , 1884. *Informe que rinde el director de la Escuela Nacional de Ingenieros correspondiente al año de 1882*, Tipografía de la Secretaría de Fomento, México.
- Castrillón, Alberto, 2000. *Alejandro de Humboldt: del catálogo al paisaje. Expedición naturalista e invención de paisajes*, Ed. Universidad de Antioquia, Colombia.
- Claval, Paul, 1972. *La pensée géographique. Introduction à son histoire*, Publications de la Sorbonne, Paris.
- , 1998. *Histoire de la Géographie française de 1870 à nos jours*, Éd. Nathan, Paris.
- Coatsworth, John, 1976. *El impacto económico de los ferrocarriles en el porfiriato*, SepSetentas, 2 volúmenes, México.
- , 1990. *Los orígenes del atraso. Nueve ensayos de historia económica de México en los siglos XVIII y XIX*, Alianza, México.

- Cockroft, James D., 1968. *Precursores intelectuales de la Revolución Mexicana, 1900-1913*, Siglo XXI Eds., México.
- Coindet, Léon, 1867-1868. *Le Mexique considéré au point de vue médico-chirurgical*, 3 vols., Libraire de la Médecine, de la Chirurgie et de la Pharmacie Militaires, Victor Rozier, Éd., París.
- Collins, H., 1975. "The Seven Sexes: A study in the Sociology of a Phenomenon or the Replication of the Experiments in Physics", *Sociology*, 9(22):205-224.
- Combes, CH. P. M. "Exploration de gîtes de minerais métallifères et autres substances minérales employées dans les constructions et l'industrie", *Archives de la Commission Scientifique du Mexique*, t. I, p. 78-84.
- Córdova, Arnaldo, 1985. *La formación del poder político en México*, Ed. Era, México.
- Costabel, P., 1976. "Du Centenaire d'une Discipline Nouvelle: la Thermodynamique", en Lemaine *et al*, *Perspectives on the Emergence of Scientific Disciplines*, p. 53-61.
- Covarrubias, José E., 1996. "Visión escénica de Fossey y Sartorius en la tierra de la nostalgia", *Artes de México*, (31):48-55.
- Cuatáparo, Juan, 1875. "Ligera exposición geológica relativa al Valle de México, leída en la Sociedad de Historia Natural", *El Minero Mexicano*, 2(30).
- Crespo y Martínez, Gilberto, 1903. *México. Industria Minera. Estudio de su evolución por..., para la grande obra México: su evolución social*, Ofna. Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México.
- Cserna, Zoltan de, 1990. "La evolución de la geología en México (c. 1500-1929)", *Revista del Instituto de Geología*, UNAM, México, 9(1):1-20
- Cué Canovas, Agustín, 1981. *Historia social y económica de México (1521-1854)*, Trillas, México.
- Cuesta, Mariano, 1992. *Rumbo a lo desconocido. Navegantes y descubridores*, Oceano, México.

- Cumberland, Charles C., 1968. *Mexico, the Struggle for modernity*, Oxford University Press, Oxford.
- Chevalier, Michel, 1863. *México Antiguo y Moderno*, SEP/80-FCE, México, 1983.
- Daniels, George H., 1967, "The process of professionalization in American Science: The emergent period, 1820-1860", *Isis*, 58:151-166.
- Daele, Wolfgang van den y Peter Weingart, "Resistance and Receptivity of Science to External Direction: the Emergence of New Disciplines under the Impact of Science Policy", in Lemaine *et al*, *Perspectives on the Emergence of Scientific Disciplines*, p. 247-275.
- Díaz, Agustín, 1893. "Exposición Colombina de Chicago. Catálogo de los objetos que componen en contingente de la Comisión [Geográfico-Exploradora], precedido de algunas notas sobre su organización y trabajos", por el Ingeniero..., coronel de Estado Mayor Especial, Ex-Profesor en el Colegio Militar y en la Escuela Especial de Ingenieros, Tipografía de la Comisión Geográfico-Exploradora, Xalapa-Enríquez.
- Díaz Covarrubias, Francisco, 1862. "Dictamen del Sr. Socio D. ... sobre el establecimiento de observatorios meteorológicos", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, 1ª época, 10:3-4, México, 1863.
- , 1875. *Observaciones del tránsito de Venus hechas en Japón por la Comisión Astronómica Mexicana*, Librería Española de E. Denné Schmitz, París.
- Díaz, Porfirio, *Memorias*, Editorial Offset, 2 tomos, México.
- Diener, Pablo, 1996. "Rugendas y sus compañeros de viaje", *Artes de México*, (31):26-36.
- Dodds, K., 1993. "Geopolitics, cartography and the state in South America", *Political Geography*, 12:361-381.
- Dogan, Matei y Robert Pahre, 1991. *Las nuevas ciencias sociales. La marginalidad creadora*, Grijalbo, México

- Downey, K. J., 1969. "The Scientific Community: Organic or Mechanical?", *Sociological Quarterly*, 10:438-454.
- Driver, F. and Rose, G., (eds.), 1992. *Nature and science: essays in the history of geographical knowledge*, Cheltenham: Historical Geography Research Group.
- Dunbar, Gary S., 1988. "The Compass Follows the Flag: The French Scientific Mission to Mexico, 1864-1867", *Association of American Geographers*, 78(2):229-240.
- Dupree, Hunter, 1986. *Science in the Federal Government. A History of Policies and Activities*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- Duviols, Jean Paul, 1996. "La escuela artística de Alexander von Humboldt", *Artes de México*, (31):16-25.
- Emerson, Roger E. , 1990. "The organisation of Science and its pursuit in early modern Europe", Olby R.C., G. N. Cantor, J. R. R. Christie and M. J. S. Hodge (eds.), *Companion to the history of Modern Science*, London, New York.
- Enciso, Salvador y Carmen Enciso, 1995. "Bosquejo histórico de la mineralogía mexicana", *Revista GEOMIMET*, 3ª época (196):48-55.
- Escalante Gonzalbo, Fernando, 1992. *Ciudadanos imaginarios. Memorial de los afanes y desventuras de la virtud y apología del vicio triunfante en la República Mexicana -Tratado de moral pública-*, El Colegio de México, México.
- , 1999. *Una idea de las ciencias sociales*, Paidós, México.
- Espinosa, Luis, 1902. "Reseña histórica y técnica de las obras del desagüe del Valle de México, 1856-1900", en *Memoria histórica, técnica y administrativa de las obras del desagüe del Valle de México. 1449-1900*, Tipografía de la Oficina Impresora de Estampillas, México, vol. 1, p. 276-431.
- Estadísticas económicas del Porfiriato, fuerza de trabajo y actividad económica por sectores*, s/f. El Colegio de México, México.

- Fernández Leal, Manuel, 1879. *Informe sobre el reconocimiento de Tehuantepec presentado al Gobierno Mexicano*, Imprenta de Francisco Díaz de León, México.
- Fleury, Carron de, 1869. "Notas geológicas y estadísticas de Sonora y la Baja California. Situación geográfica. Descripción física. Origen de la población actual", *Boletín de la SMGE*, 2ª época, 1:44-52 y 112-118.
- Florescano, Enrique, "Los historiadores, las instituciones y la sociedad en el México contemporáneo", Camp, Roderic A., Charles A. Hale y Josefina Z. Vázquez, *Los intelectuales y el poder en México*, El Colegio de México-UCLA, Los Ángeles, p. 625-640.
- Fourez, G, 1988. *La construction des sciences*, Editions Universitaires, Paris.
- Galison, Peter, 1995. "Context and Constraints", en Buchwald, Jed Z. (ed), *Scientific Practice. Theories and Stories of Doing Physics*, University of Chicago Press, Chicago, p. 13-41.
- García Martínez, Bernardo, 1975. "La Comisión Geográfico Exploradora", *Historia Mexicana*, (24)4:485-539.
- García, Rubén, 1935. "Manuel Orozco y Berra", *Boletín de la SMGE*, 44:159-335.
- Garza Villareal, Gustavo, 1985. *El proceso de industrialización en la ciudad de México, 1821-1970*, El Colegio de México, México.
- Gerbi, Antonello, 1960. *La disputa del Nuevo Mundo. Historia de una polémica, siglos XVIII-XIX*, FCE, México.
- Gerolt, Federico de, 1833. "Metalurgia. Noticia sobre los métodos de beneficio por fuego de los minerales de plata en Freiberg, en Alemania, por..., Secretario del Consulado General de Prusia", *Registro Trimestre*, (1):87-106.
- Gingras, Yves, 1995. "Following scientists through society? Yes, but at arm's length!", en Buchwald, Jed Z. (ed), *Scientific Practice. Theories and Stories of Doing Physics*, University of Chicago Press, Chicago, p. 123-148.

- Glass, B. 1959. "The Long Neglect of a Scientific Discovery: Mendel's Laws of Inheritance", in G. Boas *et al* (eds.), *Studies in Intellectual History*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Glennie, Frederick, 1889. "La minería en el distrito de Guanajuato", *Boletín de la Sociedad Guanajuatense de Ingenieros*, (2):9-14.
- Glennie, Guillermo y Federico, 1850. "Extracto del diario que escribieron..., en su ascensión al volcán Popocatepetl, abril, 1827", *Boletín de la SMGE*, 1ª época, (3):215-220. (Los nombres fueron castellanizados por el editor.)
- González Claverán, Virgina, 1988. *La expedición científica de Malaspina en la Nueva España (1789-1794)*, El Colegio de México, México.
- González García, Isabel, 1911. *Los progresos de la Meteorología en México de 1810 a 1910*, Tipografía de la viuda de Francisco Díaz de León, México.
- González y González, Luis, 1984. *La ronda de las generaciones*, SEP, México.
- González Navarro, Moisés, 1993. *Los extranjeros en México y los mexicanos en el extranjero, 1821-1970*, 2 vols, El Colegio de México, México.
- González Obregón, Luis, 1902. "Reseña histórica del desagüe del Valle de México, 1449-1855", en *Memoria histórica, técnica y administrativa de las obras del desagüe del Valle de México, 1449-1900, publicada por orden de la Junta Directiva del mismo desagüe*, Tipografía de la Oficina Impresora de Estampillas, México, vol. 1, p. 269-270
- Guerra, François-Xavier, 1988. *México: del Antiguo Régimen a la Revolución*, 2 vols., FCE, México.
- , 1989. "La lumière et ses réflets: Paris et la politique latino-américaine", Kaspie, André et Antoine Marès (coord.), *Le Paris des étrangers depuis un siècle*, Imprimerie Nationale, Paris.
- , 1998. "Introduction", en Lempérière, Annick, Georges Lomné, Frédéric Martínez et Denis Rolland (coord.), *L'Amérique Latine et les modèles européens*, L'Harmattan, Paris, p. 3-15.

- Guevara Fefer, Rafael, 2000. *Alfonso Herrera, Manuel María Villada y Mariano Bárcena: Tres naturalistas mexicanos de la segunda mitad del siglo XIX*, Tesis de Maestría en Historia de México, Asesora: Luz Fernanda Azuela, FFL-UNAM, México.
- Haber, Stephen H., 1993. "La industrialización de México: Historiografía y análisis", *Historia Mexicana*, XLII:3, México.
- Hale, Charles, 1991. *La transformación del liberalismo mexicano a fines del siglo XIX*, Vuelta, México.
- Hahn, Roger, 1971. *The anatomy of a scientific institution: The Paris Academy of Sciences, 1666-1803*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London.
- Haskell, Th. (ed.), 1984. *The authority of experts: Studies in History and Theory*, Indiana University Press, Bloomington.
- Hellman, Gustavo, 1880. "El segundo congreso meteorológico internacional", *Boletín de la SMGE*, 3a época, 5: 286-351
- Hernández Chávez Alicia y Manuel Miño Grijalva (coords.), 1991. *Cincuenta años de historia en México*, El Colegio de México, México.
- Hernández Sandoica, Elena, 1995. "La geografía en la España del siglo XIX: Cauces formales para su institucionalización y proyección política", en Díez Torre, Alejandro R., Tomás Mallo y Daniel Pacheco Fernández (coords.), *De la ciencia ilustrada a la ciencia romántica*, Ateneo de Madrid-Doce Calles, Madrid.
- Holmes, Frederic L., 1992. "Do We Understand Historically How Experimental Knowledge Is Acquired?", *History of Science*, XXX:119-136.
- Humboldt, Alejandro de, 1822. *Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España*, Instituto Cultural Helénico-Miguel Angel Porrúa, México, 1985.
- , 1845-1875. *Cosmos, ensayo de una descripción física del mundo*, Trad. Bernardo Giner y José de Fuentes, Imp. de Gaspar y Roing, Madrid, 4 vols., 2ª edición, Madrid, 1968.

- Iranzo, J. Manuel. 1995, "Visiones del poder desde la sociología del conocimiento científico", en Iranzo, Blanco, González, Torres y Cotillo, *Sociología de la ciencia y la tecnología*, p. 283-302.
- , Blanco y González de la Fé, 1995. "Una conversación sobre quienes hablan de los que dicen qué es cierto y qué funciona, precedida y seguida de fragmentos de un epílogo *comme il faut*", en Iranzo, Blanco, González de la Fé, Torres y Cotillo, *Sociología de la ciencia y la tecnología*, p. 389-446
- Izquierdo, José Joaquín, 1958. *La primera casa de las ciencias en México*, Ed. Ciencia, México.
- Jiménez, Francisco, 1863. "Instrucciones para hacer las observaciones meteorológicas adoptadas por el Instituto Smithsonian..., traducidas para la SMGE por su socio...", *Boletín de la SMGE*, 1ª época, 1:6-36.
- , 1877. "Informe de la Junta Directiva del Desagüe", *Memoria de la Secretaría de Fomento*, Imp. De Francisco Díaz de León, México.
- Katz, Friedrich, 1986. "Mexico: restored Republica and Porfiriato, 1867-1910", en Leslie Bethell (ed), *The Cambridge history of Latin America*, vol V, pp. 3-78.
- Kevles, D. J., 1971. *The physicists. The history of a scientific community in modern America*, Harvard University Press.
- Kohlsted, Sally, 1976. *The formation of american scientific community: the American Association for the Advancement of Science, 1848-1860*, Urbana, University of Illinois Press.
- Krauze, Enrique, 1994. *Siglo de caudillos. Biografía política de México (1810-1910)*, Tusquets Eds., México.
- Knight, Alan, 1985. "El liberalismo mexicano desde la Reforma hasta la Revolución. Una interpretación", *Historia Mexicana*, XXXV(137): 59-91.
- , 1989. "Interpreting the mexican revolution", *Austin Texas Papers on Mexico*, Department of History, University of Texas at Austin.

- Kuhn, Thomas, 1971. "Las relaciones entre la historia y la historia de la ciencia", en J. J. Saldaña (ed.), 1981. *Introducción a la teoría de la historia de las ciencias*, UNAM, México, p.157-194.
- Knorr Cetina, Karin, 1999. *Epistemic Cultures. How the Sciences Make Knowledge*, Harvard University Press, London, England.
- Laissus, Ives, 1981. "Les voyageurs naturalistes du Jardin du roi et du Muséum d'histoire naturelle: essai de portrait-robot", *Revue d'histoire des sciences*, XXXIV(3-4):259-317
- , 1998. *L'Égypte, une aventure savante*, Librairie Arthème Fayard, France.
- Langman, Ida Kaplan, 1964. *A selected Guide to the Literature on the Flowering Plants of Mexico*, University of Philadelphia Press, Philadelphia.
- Lankford, J., 1981. "Amateurs versus Professionals: The Controversy over Telescope Size in Late Victorian Science", *Isis*, 72:11--28.
- Latour, Bruno, 1983. "Give a Laboratory and I Will Raise the World", in Knorr-Cetina, K. D. And Mulkay, M. J. (eds.), *Science observed: Perspectives on the Social Studies of Science*, Sage, London. (Traducción al español, 1995. "Dadme un laboratorio y moveré al mundo", en Iranzo, J. Manuel, J. Rubén Blanco, Teresa González de la Fé, Cristobal Torres y Alberto Cotillo, *Sociología de la ciencia y la tecnología*, CSIC, Madrid. Las citas corresponden a esta última.)
- , 1987. *Science in action. How to follow scientists and engineers through society*, Harvard University Press. (Traducción al español, 1993. *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*, Labor, Madrid. Las citas corresponden a esta última.)
- , 1993. *Nunca hemos sido modernos*, Debate, Madrid.
- , 1994. *Le métier de chercheur regard d'un anthropologue*, INRA Éditions, Paris.
- Laudan, Rachel, 1987. *From Mineralogy to Geology. The Foundations of a Science, 1650-1830*, The University of Chicago Press, Chicago and London.

- , 1990. "The history of Geology, 1780-1840", R.C., Olby, G. N. Cantor, J. R. R. Christie and M. J. S. Hodge (eds.), *Companion to the history of Modern Science*, London, New York.
- Law, John, 1976. "The Development of Specialties in Science: the Case of X-ray Protein Crystallography", en Lemaine, *et al*, *Perspectives on the Emergence of Scientific Disciplines*, p. 123-151.
- , 1983. "Enrôlement et contre-enrôlement: les luttes pour la publication d'un article scientifique", *Social Science Information*, (22):237-251.
- Lazo de la Vega, Domingo, 1844. "Exposición del reconocimiento practicado en el Mineral que llaman el Chapin, cuyo criadero de azogue se encuentra ubicado en tierras de la hacienda de las Vigas, al Nordeste del Mineral del Durazno, hoy Nuevo Almaden Americano, y a distancia de unas seis leguas", *Museo Mexicano*, (4):190-191.
- Leal, Juan Felipe y José Woldenberg, 1980. *Del Estado liberal a los inicios de la dictadura porfirista (1867-1884). La clase obrera en la historia de México*, vol. 2, Siglo XXI Eds., México.
- Lemaine, Gerard, Roy Macleod, Michael Mulkay and Peter Weingart, 1976. *Perspectives on the Emergence of Scientific Disciplines*, Maison des Sciences de l'Homme, Paris Publications, Mouton, The Hague, Paris.
- Lemoine, Ernesto, 1970. *La Escuela Nacional Preparatoria en el período de Gabino Barreda, 1867-1878*, UNAM, México.
- Lempérière, Annick, 1998. "Mexico 'fin de siècle' et le modèle français", en Lempérière, Annick, Georges Lomné, Frédéric Martínez et Denis Rolland (coord.), *L'Amérique Latine et les modèles européens*, L'Harmattan, Paris, p. 369-389.
- León, Luis G., 1901. "Historia de la meteorología en México en el siglo XIX", *Boletín mensual del Observatorio Meteorológico de la Escuela Normal para profesoras*, n° 1, México.
- León Portilla, Miguel (coord.), 1978. *Historia de México*, Tomos 9 y 10, Salvat, México.

- Liceaga, Eduardo, 1892. *Ensayo sobre las aguas y los baños del Peñón*, Imprenta del Gobierno Federal en el exArzobispado, México.
- , 1949. *Mis recuerdos de otros tiempos*, Arreglo preliminar y notas por el Dr. Francisco Fernández del Castillo, Talleres gráficos de la Nación, México, (Obra póstuma).
- Limantour, Ives de, 1877. "Informe que presenta... sobre el Congreso Internacional de Ciencias Geográficas..., París, 1875", *Boletín de la SMGH*, 3^a (4):12-46.
- López Cámara, Francisco, 1967. *La estructura económica y social de México en la época de la Reforma*, Siglo XXI Eds., México.
- López Portillo y Rojas, José, 1921. *Elevación y caída de Porfirio Díaz*, Porrúa, México.
- López Rosado Diego, 1973. *Historia económica de México*, UNAM, México.
- Lozano, María, 1992. "El Instituto Nacional de Geografía y Estadística y su sucesora la Comisión de Estadística Militar", en J. J. Saldaña, *Los orígenes de la ciencia nacional*, Cuadernos de *Quipu*, núm. 4, SLHCT-UNAM, México.
- , 1991. *La SMGE (1833-1867)*, Tesis de Licenciatura en Historia, FFL-UNAM, México.
- Ludlow, Leonor y Carlos Marichal, 1985. *Banca y poder en México (1800-1925)*, Grijalbo, México.
- Lugo-Hubp, José, 2001. "Los conceptos geomorfológicos en la obra de Ezequiel Ordóñez (1867-1950)", *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 18(1):89-102.
- Maciel, David R., "Los orígenes de la cultura oficial en México: Los intelectuales y el Estado en la República Restaurada", Camp, Roderic A., Charles A. Hale y Josefina Z. Vázquez, *Los intelectuales y el poder en México*, El Colegio de México-UCLA, Los Ángeles, p. 569-582.
- MacLeod, Roy, 1987. "De visita a la *Moving Metropolis*: reflexiones sobre la arquitectura de la ciencia imperial", en Lafuente, Antonio y Juan

José Saldaña (coords.), *Historia de las ciencias*, CSIC, Madrid, p. 217-240.

Maldonado-Koerdell, Manuel, 1952 "Naturalistas extranjeros en México", *Historia Mexicana*, 2:98-109.

-----, 1963. "La Commission Scientifique du Mexique, 1864-1869", *Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia*, tomo I, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, México, pp. 239-247.

-----, 1965. "La obra de la Commission Scientifique du Mexique", en Arnaiz y Freg, Arturo y Claude Bataillon (eds.), *La intervención francesa y el Imperio de Maximiliano cien años después, 1862-1962*, Asociación mexicana de historiadores, Instituto Francés de América Latina, México, p. 160-182.

María y Campos, Alfonso de, 1985. "Porfirianos prominentes: Orígenes y años de juventud de ocho integrantes del grupo de los científicos, 1846-1876", *Historia Mexicana*, (34):610-661.

Martin, Geoffrey y Preston James, 1993. *All Possible Worlds. A History of Geographical Ideas*, Wiley, EUA.

Mason, Stephen, 1988. *Historia de las ciencias*, 5 vols, Alianza Editorial-SEP, México.

Medina, Esteban, 1995. "La polémica internalismo/externalismo en la historia la sociología de la ciencia", en Iranzo, Blanco, González, Torres y Cotillo, *Sociología de la ciencia y la tecnología*, p. 65-81.

Memoria de las obras de drenaje profundo del Distrito Federal, t. 2, (Reseña histórica de las obras -desde la época prehispánica hasta 1975-, dirigida por Miguel León Portilla, con la colaboración de José Rubén Romero, Josefina García Quintana, Jorge Gurría Lacroix y Ernesto Lemoine), Departamento del Distrito Federal, México, 1975.

Mendoza, Héctor, 1989. *Historia de la geografía en México en el siglo XIX*, Tesis de Licenciatura en Geografía, FFL-UNAM, México.

-----, 1993. *Los ingenieros geógrafos de México, 1823-1915*, Tesis de Maestría en Geografía, FFL-UNAM.

- , 1999. *Lecturas geográficas mexicanas. Siglo XIX*, Biblioteca del Estudiante Universitario, UNAM, México.
- , 2000. "Las opciones geográficas al inicio del México independiente", en Héctor Mendoza (coord.), *México a través de los mapas*, UNAM-Plaza y Valdés, México.
- Mentz, Margarita von, 1982. *México en el siglo XIX visto por los alemanes*, UNAM, México.
- , Verena Radkau, Beatriz Scharrer y Guillermo Turner, 1982. *Los pioneros del imperialismo alemán en México*, INAH, Ediciones de la Casa Chata, México.
- Merton, R. K., 1942. "La estructura normativa de la ciencia", en R. K. Merton (ed.), *La sociología de la ciencia. Investigaciones teóricas y empíricas*, Alianza Ed., 2 vols., Madrid, 1985, p. 355-376.
- , 1957. *Estudios sobre sociología de la ciencia. Teoría y Estructura social*, F.C.E., México, 1984.
- Moncada, J. Omar, 1993. *Ingenieros militares en Nueva España. Inventario de su labor científica y espacial. Siglos XVI a XVIII*, UNAM, México.
- , 2000. "Humboldt y el desarrollo de la cartografía mexicana", en Leopoldo Zea y Alberto Saladino (Coords.), *Humboldt y América Latina*, IPGH-UNAM-FCE, México.
- e Irma Escamilla, 1993. "La geografía en México en el siglo XIX. Institucionalización y profesionalización", *Ciencia*, 44(2):269-278.
- , Irma Escamilla, Gabriela Cisneros y Marcela Meza, 1999. *Bibliografía geográfica mexicana. La obra de los ingenieros geógrafos*, Serie Libros, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Mora, José Ma. Luis, 1986. *Obras completas*, SEP-Instituto Mora, México.
- , 1906. *Papeles inéditos y obras selectas*, Librería de la Vda. de Ch. Bouret, México.

- Moreno Corral, Marco Arturo, 1986. *Historia de la astronomía en México*, Col. La ciencia desde México, Num. 4, SEP-FCE-CONACYT, México.
- , 1988. "El Observatorio Astronómico Nacional y el desarrollo de la ciencia en México (1878-1910)", *Quipu*, 5(1):59-67, México.
- Morrel, Jack B., 1990. "Professionalisation", en Olby R.C., G. N. Cantor, J. R. R. Christie and M. J. S. Hodge (eds.), *Companion to the history of Modern Science*, London, New York.
- and Arnold Thacaray, 1981. *Gentlemen of Science: Early years of the British Association for the Advancement of Science*, Oxford University Press, Oxford.
- Mulkay, Michael, 1995. "La visión sociológica habitual de la ciencia", en Iranzo, J. Manuel, J. Rubén Blanco, Teresa González de la Fé, Cristobal Torres y Alberto Cotillo, *Sociología de la ciencia y la tecnología*, CSIC, Madrid, p. 11-32.
- Niox, Gustave Léon, 1873. *Expédition du Mexique (1861-1867). Récit Politique et Militaire*, Librairie Militaire de J. Dumanine, Paris. (Contiene 4 cartas: "Combat des Cumbres, 28 avril, 1862", échelle 1/5,000,000; "Environs d'Orizaba" échelle 1/5,000,000; "Plan de Puebla et des environs - Combat de St. Lorenzo, 8 mai 1863", échelle 1/40,000; "Plan d'Oajaca", échelle 1/40,000)
- O'Gorman, Edmundo, 1982. *Historia de las divisiones territoriales de México*, Porrúa, México.
- Olavarría y Ferrari, E., 1901. *Reseña histórica de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, Tipografía de la Secretaría de Fomento, México.
- Oleson, A. and S. Brown, 1976. "The pursuit of knowledge in the early American Republican", *American Learned and Scientific Societies form Colonial Times to the Civil War*, John Hopkins Univ. Press, Baltimore.
- Olivo Lara, Margarita, 1931. *Biografías de veracruzanos distinguidos*, Imprenta del Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnografía, México.

- Ordóñez, Ezequiel, 1896. "Memoir of Antonio del Castillo", en Proceedings of Philadelphia Meeting, *Bulletin of the Geological Society of America*, 7:486-488, Philadelphia.
- , 1946. *El Instituto de Geología. Datos Históricos*, versión mecanográfica, UNAM, México, 51 p. (con fotos)
- Organización Meteorológica Mundial, 1973. *Cien años de cooperación internacional en meteorología (1873-1973)*, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Ginebra.
- Orozco y Berra, Manuel, 1862. "Memoria para la carta hidrográfica del Valle de México", *Boletín de la SMGE*, tomo IX, México.
- , 1881, *Apuntes para la historia de la geografía en México*, Imprenta de Francisco Díaz de León, México. (Reditado en la Biblioteca de facsímiles mexicanos, núm. 8, Edmundo Aviña Levy Ed., 1973, Guadalajara, México.)
- Ortega y Medina, Juan, 1960. *Humboldt desde México*, UNAM, México.
- Padilla, Fernando, Jorge Casteló, Armando Giordano, Francisco Santiago y Carlos Ugalde, 1983. "Historia de la metalurgia en México", *Revista GEOMIMET*, 3ª época, (123):84, México.
- Paz, Irineo, 1888. *Los hombres prominentes de México*, Imprenta y tipografía de la Patria, México.
- Pérez, Martínez Alejandra, 2002. *Los Anales de la Asociación de Arquitectos e Ingenieros de México*, Tesis de Licenciatura en Historia, Asesora: Luz Fernanda Azuela, FFL-UNAM.
- Pérez, Miguel, 1877. "Distribución de los premios concedidos a los expositores de México en Filadelfia", *Boletín del Minsiterio de Fomento de la República Mexicana*, 1(10):3-4.
- Pérez Siller, Javier, 1998. "Une stratégie de l'image: le México des Científicos et la France républicaine (1879-1885)", en Lempérière, Annick, Georges Lomné, Frédéric Martínez et Denis Rolland (coord.), *L'Amérique Latine et les modèles européens*, L'Harmattan, Paris, p. 309-335.

- Perry, Laurens Balard, 1978. *Juárez and Díaz. Machine politics in Mexico*, Northern Illinois University Press, Dekalb.
- Piaget, Jean, 1970. "The place of the Sciences of Man in the System of Sciences", en UNESCO, *Main trends of research in the Social and Human Sciences*, Mouton-UNESCO, París-La Haya.
- Pickering, Andrew, 1995. "Beyond Constraint: The Temporality of Practice and the Historicity of Knowledge", en Buchwald, Jed Z. (ed), *Scientific Practice. Theories and Stories of Doing Physics*, University of Chicago Press, Chicago, p. 42-55.
- Pletcher, David M., 1972. *Rails, mines and progress. Seven American promoters in Mexico, 1867-1911*, Kennikat Press, Port Washington.
- Poirier, Jean-Pierre, 1995. "Lavoisier, Recaudador General, Banquero y Comisario de la Tesorería General", en Aceves, Patricia (ed.), *Las ciencias químicas y biológicas en la formación de un nuevo mundo*, Col. Estudios de Historia Social de las Ciencias Químicas y Biológicas, UAM-X, México, p. 31-47.
- Polanco, X., 1990, (ed.), *Naissance et développement de la science-monde. Production et reproduction des communautés scientifiques en Europe et Amérique Latine*, Editions de la Découverte/Conseil de l'Europe/ UNESCO, Paris, caps. 1, 2 y 6.
- Pyenson, Lewis, 1987. "Ciencia pura y hegemonía política: Investigadores franceses y alemanes en Latinoamérica", en Antonio y Juan José Saldaña (coords.), *Historia de las ciencias*, CSIC, Madrid, p. 195-215.
- Ramírez, Santiago, 1875. "Discurso en elogio fúnebre del Doctor H. José Burkart, pronunciado en la sesión que la sociedad Mexicana de Geografía y Estadística celebró en honor de este sabio, por el socio... el día 15 de mayo de 1875", *Boletín de la SMGE*, 3ª época, 2(3-4):195-204.
- , 1890. *Datos para la historia del Colegio de Minería, recogidos y compilados bajo la forma de efemérides por su antiguo alumno el Ingeniero de Minas ...*, 2a. edición facs., SEFI-UNAM, México, 1982.

- , 1901. *Elogio fúnebre del profesor Don Mariano de la Bárcena, Secretario perpetuo de la Academia de ciencias exactas, físicas y naturales, leído por el Académico numerario...., en la sesión ordinaria de 3 de julio de 1899*, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, México.
- Ramos, Ma. de la Paz, 1994. *Difusión e institucionalización de la mecánica newtoniana en México en el siglo XVIII*, SMHCT-UAP, México.
- Raat, William D., 1975. *El positivismo durante el Porfiriato, 1876-1910*, SEP, México.
- Reingold, N., 1991. *Science, American Style* chapter 2: "Definitions and speculations: The professionalization of science in America in the Nineteenth Century", New Brunswick/London, Rutgers University Press. También en *Pursuit of Knowledge...*, *op. cit.*
- Reynolds, T. S., (ed.), 1991. *The engineer in America*, The University of Chicago Press.
- Río, Andrés Manuel, 1832. *Elementos de Orictognosia, o del conocimiento de los fósiles, según el sistema de Berzelio; y según los principios de Abraham Göttlob Werner, con la sinonimia inglesa, alemana y francesa, para uso del Seminario Nacional de Minería. Parte práctica*, 2ª edición, J. F. Hurtel Press, Filadelfia.
- , 1841. *Manual de geología extractado de la Lethaea geognóstica de Bronn con los animales y vegetales perdidos o que ya no existen, más característicos de cada roca, y con algunas aplicaciones a los criaderos de esta República para uso del Colegio Nacional de Minería*, Imprenta de Ignacio Cumplido, México.
- Ríos Zúñiga, Rosalina, 1994. "De Cádiz a México. La cuestión de los Institutos Literarios (1823-1833)", *Secuencia*, nueva época (30):5-29.
- Riva Palacio, Vicente, 1877. "Proyecto aprobado por el Ministerio de Fomento para el establecimiento de un Observatorio Nacional Astronómico y Meteorológico, en el Palacio de Chapultepec, según acuerdo de dicho Ministerio", *Anales del Ministerio de Fomento*, Imprenta de Francisco Díaz de León, vol. 1, México, p. 46-49.
- , 1882. "Mariano Bárcena", en *Los cerros. Galería de contemporáneos*, Imprenta de F. Díaz de León, México, p. 199-221.

- Rodríguez, Leonel, 1992. "Ciencia y Estado en México: 1824-1829", en J.J. Saldaña (ed.), *Los orígenes de la ciencia nacional*, Cuadernos de *Quipu*, núm. 4, SLHCT-UNAM, México.
- , 1992. "La geografía en el proyecto nacional de México independiente, 1824-1835. La fundación del Instituto Nacional de Geografía y Estadística", *Interciencia*, 17(3):155-159.
- , 1993. "La geografía en México independiente, 1824-1835: El Instituto Nacional de Geografía y Estadística, en Lafuente, Antonio, A. Elena y M. L. Ortega, *Mundialización de la ciencia y cultura nacional*, Doce Calles, Madrid, p. 429-438.
- Rodríguez-Sala, María Luisa, *Escenarios y personajes en la construcción de la actividad científica técnica novohispana: Los letrados y técnicos, siglos XVI y XVII*, (en prensa).
- Roeder, Ralph, 1983. *Hacia el México moderno: Porfirio Díaz*, 2 tomos, FCE, México.
- Rosenzweig, Fernando, 1965. "El desarrollo económico de México de 1877 a 1911", *El trimestre económico*, FCE, núm. 33, México.
- Rothenmberg, M., 1981. "Organization and control: Professionals and Amateurs in American Astronomy, 1899-1918", *Social Studies of Science*, 11:305-325.
- Rubinóvich, Raúl, 1992. "Andres Manuel del Río y sus *Elementos de Orictognosia* de 1795-1805", introd. a la edición facsimilar de Andres Manuel del Río, 1795-1805, *Elementos de Orictognosia*, UNAM, México.
- , Marcel Levy Aguilera, Carmen de Luna y Carmen Block, 1991. *José Guadalupe Aguilera Serrano (1857-1941). Datos biográficos y bibliografía anotada*, UNAM, México.
- , Soledad Medina-Malagón y Lorena Isabel Torres, 1992. "Las raíces de la meteorítica en México", *Boletín de Mineralogía. Revista de la Sociedad Mexicana de Mineralogía*, 5(1): 13-32.
- , María Lozano y Héctor Mendoza, 1998. *Ezequiel Ordóñez. Vida y Obra (1867-1950)*, 5 vols., El Colegio Nacional, México.

- Sáez, Carmen, 1986. "*La Libertad*, periódico de la dictadura porfirista", *Revista mexicana de sociología*, XLVIII:1:217-236.
- Sainte-Claire Deville, Charles, 1864. "Géologie et Minéralogie", dans Comité des Sciences Naturelles et Médicales, "Instructions Sommaires", *Archives de la Commission Scientifique du Mexique*, tome I, p. 37-48.
- Sala Catalá, José, 1985. "Previsiones ideológicas en la institucionalización de la investigación biológica en España durante el siglo XIX" en Peset, José Luis (ed.), *La ciencia moderna y el Nuevo Mundo*, CSIC-SLHCT, Madrid, p. 327-347.
- Saladino, Alberto, 1996. *Ciencia y prensa durante la Ilustración latinoamericana*, UAEM, México
- Salazar Ilarregui, José, 1850. *Datos de los trabajos astronómicos y topográficos dispuestos en forma de diario. Practicados durante 1849 y principios de 1850, por la comisión de límites mexicana en la línea que divide esta República de la de los Estados Unidos*, Imprenta de Juan R. Navarro, México.
- Saldaña, Juan José, 1992. "Acercas de la historia de la ciencia nacional", en J.J. Saldaña (ed.), *Los orígenes de la ciencia nacional*, SLHCT-UNAM, México, p. 9-54.
- Sánchez Martínez, Hilda, 1983. "El sistema monetario y financiero mexicano bajo una perspectiva histórica: el Porfiriato", en José Manuel Quijano, *La banca, pasado y presente: problemas financieros mexicanos*, Centro de Investigaciones y Docencia Económica, México.
- Sánchez Salazar, Ma. Teresa y Héctor Mendoza Vargas, 2000. "Humboldt y la minería de la Nueva España: ¿Un análisis exhaustivo con fines estratégicos?", Leopoldo Zea y Alberto Saladino (comps.), *Humboldt y América Latina*, FCE, México.
- Sarjeant, W. A. S., 1980. *Geologists and the history of Geology. An International Bibliography from the origins to 1978*, 5 vols., Arno Press-McMillan, New York, London.

- Schnerb, Robert, 1961. *Le XIXe siècle. L'apogée de l'expansion européenne (1815-1914)*, en Maurice Crouzet (coord.), *Histoire générale des civilisations*, t. IV, Presses Universitaires de France, Paris.
- Schwartzman, S., 1979. *Formação da comunidade científica no Brasil*, Sao Paulo, Editora Nacional. (Trad. inglesa: *A space for Science: the development of the Scientific Community in Brazil*, Penn State Press, 1991.)
- Semo, Enrique, 1983. *México bajo la dictadura porfiriana*, México.
- Serres, Michel (ed.), 1989. *Historia de las ciencias*, Cátedra, Madrid.
- Shapin, Steven, 1982. "History of science and its sociological reconstructions", *History of Science*, XX:157-211.
- , 1992. "Discipline and bounding: The History and Sociology of Science as seen through the externalism-internalism debate", *History of Science*, XXX:333-369.
- Soberanis, Alberto, 1995. "La ciencia marcha bajo la égida de la guerra. Las relaciones científicas franco-mexicanas durante el Imperio de Maximiliano. (1864-1867)", *Revista de la Universidad de Guadalajara*, enero-febrero, Guadalajara, México, p. 50-60.
- Staples, Verduzco, Blazquez y Falcón, 1989. *El dominio de las minorías. República restaurada y porfiriato*, El Colegio de México, México.
- Stimpson, D., 1948. *Scientists and Amateurs. A History of the Royal Society*, N. Y., Henry Schuman.
- Stoddart, D.R. (ed.), 1981. *Geography, Ideology and Social Concern*, Basil Blackwell, Oxford.
- Sunyer i Martin, Pere, 1988. "Literatura y ciencia en el siglo XIX: Los viajes extraordinarios de Jules Verne", *Geocrítica*, num. 76, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Sukhova, N. G., 1976. "The idea of interaction between natural phenomena on Earth's surface and the development of geography in Russia", en *History of Geographical Thought* (Abstracts of papers, Leningrad International Geographical Union), 62-5.

- Tamayo, Luz Ma., 2001. *La geografía, arma científica para la defensa del territorio*, Temas Selectos de Geografía de México, Plaza y Valdés-UNAM, México.
- Taracena, Angel, 1983. *Porfirio Díaz*, Editorial Jus, México.
- Taton, René, 1971. *Historia general de las ciencias*, tomo III, Destino, España,
- Tenorio, Mauricio, 1988. *Artilugio de la nación moderna. México en las exposiciones universales, 1880-1930*, FCE, México.
- Tinkler, Keith J., 1985. *A short history of Geomorphology*, Croom Helm, London-Sydney.
- Tischendorf, Alfred, 1961. *Great Britain and Mexico in the era of Porfirio Díaz*, Durhan.
- Torre Villar, Ernesto de la, 1979. "La Ilustración en la Nueva España. Notas para su estudio", *Revista Historia de América*, núm. 37, enero-junio, México
- Trabulse, Elías, 1983-1989. *La ciencia en México*, 5 vols., FCE, México.
- Unwin, Tim, 1992. *The Place of Geography*, Longman Scientifical & Technical, New York.
- Uribe Salas, José Alfredo. "El distrito minero El Oro-Tlalpujahuá", Guedea, Virginia y Jaime E. Rodríguez (eds.), *Cinco siglos de Historia de México*, Instituto Mora-University of California, México, p. 119-135
- Valadés, José C., 1948. *El Porfirismo*, 2 vol. UNAM, México, 1967.
- , 1965. *Santa Anna y la Guerra de Texas*, Editores Mexicanos Unidos, México.
- , 1972. *Orígenes de la República Mexicana, la aurora constitucional*, Editores Mexicanos Unidos, México.
- Vázquez, Josefina Zoraida, 1981. "Los primeros tropiezos", *Historia general de México*, vol II, p. 759, El Colegio de México, México, p. 737-818

Velázquez de León, Miguel, 1861. "Corte geológico en el mineral de Fresnillo, octubre de 1849", *Boletín de la SMGE*, 1ª época, 1:244-249.

Vivien de Saint-Martin, L., 1864. "Rapport sur l'état actuel de la Géographie du Mexique et sur les études propres à perfectionner la carte du pays, par..., membre de la Commission", *Archives de la Commission Scientifique du Mexique*, tome I, p. 240-330

-----, 1873. *Historia de la geografía y de los descubrimientos geográficos escrita por... Presidente honorario de la Sociedad de Geografía de París, de la Academia Real de Berlín, de las Sociedades Geográficas de San Petersburgo, de Berlín, de Dresde, de Leipzig, de Viena, de Génova, de New York, de Río de Janeiro, etc.*, traducida por Manuel Sales y Ferré, 2 vols, Imprenta de Salvador Acuña y Cía., Sevilla, 1878.

Weeks, Charles A., 1977. *El mito de Juárez en México*, Ed. Jus, México.

Ward, Henry George. *México en 1827*, FCE, México, 1981.

Williams, Jay J., 1852. *El Istmo de Tehuantepec. Resultado del reconocimiento que para la construcción de un ferrocarril de comunicación entre los oceanos Atlántico y Pacífico, ejecutó la comisión científica, bajo la dirección del Sr. J. G. Vernard, mayor del cuerpo de ingenieros de los Estados-Unidos & C., y resumen de la geología, clima, geografía particular, industria, zoología y botánica de aquéllos países*, Impr. de Vicente García Torres, México.

-----, 1870. "Camino carretero, camino de fierro y canal por el Istmo de Tehuantepec", *Boletín de la SMGE*, 2ª época, (1):595-611.

Zamudio, Graciela, 1992. "El Jardín Botánico de la Nueva España y la institucionalización de la botánica en México", en J.J. Saldaña (ed.), *Los orígenes de la ciencia nacional*, SLHCT-UNAM, México, p. 55-98.

Zea, Leopoldo, 1968. *El positivismo en México*, FCE, México.

Ziman, John, 1984. *An introduction to science studies: The philosophical social aspects of science and technology*, Cambridge University Press, Cambridge.

Zittel, Karl, 1901. *History of Geology and Paleontology*, Wheldon & Wesley and Hafner, London-New York, 1962.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN