

# **E**l conocimiento técnico-científico frente a la depreciación de la plata en México: década de 1870<sup>1</sup>

*José Alfredo Uribe Salas y María Teresa Cortés Zavala*

Facultad de Historia, UMSNH

## **Resumen**

El trabajo tiene como objetivo explorar algunas de las ideas técnico-científicas que el ingeniero de minas Santiago Ramírez expuso y desarrolló en artículos y notas publicadas en *El Explorador Minero*, del que fue editor, redactor y dueño en la corta vida del impreso (1876-1877). De ellas destacamos tres ideas discursivas que le dieron soporte y coherencia a su quehacer periodístico: a) el impulso a la enseñanza y a la cultura escrita como proceso de institucionalización del lenguaje técnico-científico de la ciencia minera; b) la puesta en valor del conocimiento científico como premisa para rentabilizar la explotación de la plata mexicana; c) su apuesta para

---

<sup>1</sup> Esta investigación es parte de los siguientes proyectos: "La Historia de la Ciencia en México: líneas temáticas y perspectivas historiográficas, 1990-2015", Consejo de la Investigación Científica, UMSNH, 2017, Responsable José Alfredo Uribe Salas; "Ciencia y espectáculo de la Naturaleza. Viajes científicos y museos de Historia Natural", Investigador principal: Miguel Ángel Puig Samper Mulero. Referencia: HAR2013-48065-C2-2-P. Madrid, España, 2015-2017; "El espacio antillano: génesis, circulación y redistribución de individuos, mercancías, ideas, saberes y modelos (siglos XVIII-XXI)", responsable Consuelo Naranjo Orovío, Instituto de Historia CSIC, Madrid. Referencia: MINECO HAR201566152-R.

consolidar la independencia científica y fortalecer una identidad propia en el entorno de la ciencia global para el desarrollo económico.

**Palabras clave:** Santiago Ramírez, depreciación de la plata, *El Explorador Minero*, ciencia minera.

## Abstract

The work aims to explore some of the technical-scientific ideas that mining engineer Santiago Ramirez exhibited and developed in articles and notes published in *El Explorador Minero*, of which he was editor, editor and owner in the short life of the print (1876-1877). Of these, we highlight three discursive ideas that gave support and coherence to his journalistic work: a) the promotion of teaching and written culture as a process of institutionalization of the technical-scientific language of mining science; b) the enhancement of scientific knowledge as a premise to make profitable the exploitation of mexican silver; c) its commitment to consolidate scientific independence, and strengthen its own identity in the global science environment for economic development.

**Keywords:** Santiago Ramirez, depreciation of silver, mining explorer, mining science.

## Introducción

El ingeniero de minas Santiago Ramírez (1841-1922) fue, entre sus contemporáneos, el escritor más prolijo del siglo XIX sobre temas mineros. Su labor incansable en la letra impresa lo llevó a escribir más de 200 artículos que abordaron casi todas las facetas de la explotación minera en México, desde las políticas públicas, pasando por la geología minera, la mineralogía, el análisis químico de las sustancias minerales, las técnicas de localización de vetas, el tumbé y la extracción del mineral, hasta los aspectos más intrincados del proceso de beneficio y la organización empresarial. El presente trabajo explora esa vertiente a través del impreso *El Explorador Minero* (1876-1877), del que fue su fundador y redactor principal y en donde ensaya respuestas basadas en la “ciencia minera”, como él la denomina, para remontar la crisis que había traído consigo la depreciación de la plata en 1873. La tesis que orientó su trabajo como profesional de la ciencia fue auspiciar “las polémicas científicas” y ofrecer “los datos que el minero necesite para emprender sus trabajos de exploración, explotación o beneficio”. A la edad de 35

años difunde en *El Explorador Minero* el valor y la importancia que tenía el conocimiento científico para salir de la crisis, rentabilizar la explotación de la plata mexicana en el mercado internacional y fortalecer una identidad intelectual de los mexicanos en el concierto de la ciencia universal (Uribe Salas J. A. y Cortés Zavala M. T., 2017: 57-74).

### **El promotor: Santiago Ramírez (1841-1922)**

Desde finales del siglo XVIII y a lo largo del XIX estuvo presente en el diseño de las políticas públicas el imperativo de modernizar no sólo las formas de gobierno, también los procesos productivos. Tanto en el virreinato de la Nueva España como en el nuevo Estado nación, los diferentes gobiernos se plantearon la alternativa de modernizar el motor de la economía, que era la industria minero metalúrgica, sobre la base de integrar y fortalecer la presencia de una comunidad científica activa capaz de orientar con sus conocimientos y experiencia innovaciones técnico-científicas de su aparato productivo (Díaz y de Ovando, C., 1998: 3 vols; Flores Clair, E., 2000; Morelos Rodríguez, L., 2012 y Uribe Salas, J. A., 2015).

El Real Seminario de Minería, la institución más longeva en el nuevo continente que articularía a lo largo del siglo XIX los esfuerzos y las prácticas de una comunidad académica en ascenso, fue el resultado de intensas negociaciones entre el monarca español y el gremio de mineros, ambos interesados en los adelantos técnico-científicos de la actividad y en el incremento de la derrama económica. A estos intereses concretos habría que sumar, a partir de los años de 1792-1795 en adelante, la conformación de un proyecto “científico” en manos de sus profesores,<sup>2</sup> entre los que destacarían el sabio mineralogista madrileño Andrés Manuel del Río Fernández (1765-1849) y los ingenieros de minas mexicanos Antonio del Castillo (1820-1895) y Santiago Ramírez (1841-1922). El quehacer y función de éstos ingenieros de minas allanaría el camino en México independiente a la reforma de la enseñanza de las ciencias mineras y a la creación de instituciones de educación teórico-prácticas; al establecimiento de corporaciones científicas, publicación de periódicos y revistas para la difusión del conocimiento, estandarización de determinadas prácticas técnico-científicas y a sociabilizar las controversias teóricas entre neptunistas y plutonistas (1790-1820) y catastrofistas y uniformista (1830-

---

<sup>2</sup> Archivo Histórico del Palacio de Minería (México), “Plan del Colegio de Minería, presentado al Real Tribunal general por su director”, *ML 90 B/1789-1800*, fs. 5-14.

1890) en la explicación del origen y transformaciones de la corteza terrestre (Azuela Bernal, L. F., 2005 y 2009: 99-100 y Uribe Salas, J. A., 2013: 117-142).

Santiago Ramírez veinte años más joven que su mentor Antonio del Castillo en el Colegio de Minería de México, ingresó a dicha institución de educación a finales de la década de 1850. Desde un principio se destacó entre sus condiscípulos por la dedicación y aprovechamiento en los estudios guiado por el profesor Del Castillo, con quien recorrió distintas regiones del territorio mexicano en prácticas de campo y de quien aprendió las teorías en boga. En el contexto del establecimiento del Segundo Imperio (1863-1867), Ramírez sería nombrado Prefecto de Estudios en el Colegio de Minería; y a los pocos meses sustituiría a su maestro en la afamada cátedra de Mineralogía (Díaz y de Ovando, C., 1998: 2274 y 2308). En ese contexto, Santiago Ramírez desempeñaría un papel activo en la organización de las actividades académicas de la institución y se destacaría desde entonces, entre sus colegas, como un promotor innato de los conocimientos en mineralogía, geología y paleontología directamente vinculados con la formación técnica en las artes de los metales en provecho de la industria minera mexicana. En el ámbito de los estudios geológicos, permanecería más cercano a las influencias del geólogo norteamericano James Dwight Dana (1813-1895), es decir, compartió la concepción más práctica y utilitaria de los saberes, e iniciaría después de su renuncia al Colegio de Minería en 1867, una de las mayores obras de investigación en el campo de la ciencia minero-metalúrgica (Morelos Rodríguez, L., 2012: 72-93 y Uribe Salas, J. A. y E. Flores Clair, 2015: 535-561).

A partir de la década de 1870 Santiago Ramírez se convertiría en uno de los más conspicuos defensores de la modernización disciplinaria de la ciencia minera, desde fuera de las instituciones de enseñanza. Y lo hizo, en primer lugar, con la publicación del periódico *El Explorador Minero* (1876-1877), donde mostró su capacidad de utilizar a la prensa para movilizar la opinión pública e influir en el rumbo que pudieran tomar las políticas públicas. Desde las páginas de *El Explorador Minero* hizo de la tribuna periodística su trinchera política para dar a conocer los adelantos que la actividad minero-metalúrgica registraba en todas sus facetas y el papel que jugaba la ciencia para el mejor aprovechamiento técnico-científico de la plata mexicana. Con sus escritos pone al alcance de un público de lectores no especializados, información de calidad sobre la industria minera que podía ser referenciada y útil a los empresarios e ingenieros involucrados en el ramo.

## **Un impulso a la cultura escrita: El Explorador minero (1876-1877)**

A la edad de 35 años el ingeniero de minas Santiago Ramírez cargado de energía e ideas, dio inicio a la publicación semanal que llevó por nombre *El Explorador minero* y por subtítulo “Periódico científico destinado al estudio, progreso y desarrollo de las industrias nacionales en general y muy especialmente de la minería en sus diversas fases”. Con anterioridad había escrito y publicado algunos trabajos mineros,<sup>3</sup> pero no contaba con la experiencia de una empresa editorial que demandaría su atención permanente por lo menos en el tiempo que vio la luz pública el impreso, por poco más de un año.

*El Explorador minero*, con un tamaño de 31 cm. de largo y 21 cm. de ancho, con 8 páginas numeradas consecutivamente e impresas a 2 columnas, fue publicado los sábados y alcanzó un tiraje de 60 números; el primer ejemplar apareció el 4 de noviembre de 1876 y el último el 29 de diciembre de 1877, con el que Ramírez dio por concluida la publicación.

El título está grabado sobre un dibujo que “representa el corte vertical de la sección de una mina que comprende tres labores en las que se ejecutan diferentes clases de trabajos. A la derecha, un barretero practica la apertura de un barreno. En el centro se ve una labor de disfrute muy extensa -comido- iluminada por la luz de un barreno que se acaba de prender: el humo de la pólvora y las piedras arrancadas por la explosión, indican el efecto inmediato de ésta y el barretero que lo ha pegado está guarecido detrás de una roca. En el plan de la labor están hacinados unos instrumentos de tumba. A la izquierda está un cañón -sostenido en su boca por un pilar- en cuyo frente los dos operarios que constituyen una parada se ocupan de las operaciones que se practican inmediatamente después de pegar el barreno, en una obra muerta: uno de ellos desprende con la cuña y el marro las partes flojas que aún permanecen adheridas a la roca y el otro, sirviéndose de una pala, coloca en una carretilla, para su transporte, la parte tumbada”.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> S. Ramírez. (1866). “Estadística de Guanajuato”. *La Sociedad*, México, 10 de mayo de 1866, p. 2; S. Ramírez. (1866). “Combustibles minerales del catedrático de Mineralogía”. *El Minero Mexicano*, México, 21 de junio de 1866, pp. 377-380.

<sup>4</sup> <http://www.hndm.unam.mx/consulta/publicacion/verDescripcionDescarga/558ff9317d1e32523086144c.pdf> (consultado: 23/01/2016)



Figura 1. Primera página de *El Explorador Minero*. Fuente: *El Explorador Minero*. tomo 1, número 3, México, noviembre 18 de 1876, p. 1.

Como también se aprecia en la primera página de cada número, Santiago Ramírez fue propietario, editor y redactor en jefe y aunque tuvo colaboradores como Mariano Bárcenas, Francisco Jiménez, James Napier, Miguel Velázquez de León, Vicente Reyes y Miguel Pérez, sobre él recayó la redacción de casi todo el material publicado, como solía suceder en buena parte de los impresos especializados de la época. En el primer aniversario de *El Explorador minero*, que corresponde al número 52 del 3 de noviembre de 1877, Ramírez adelanta a sus lectores el fin de la empresa: "Nuestros lectores han visto, que con excepción de uno que otro artículo, los sesenta números que hasta hoy se han publicado, han salido de nuestra humilde pluma, lo cual, dando a nuestro tomo una monotonía que es inseparable de la falta

de variedad en el estilo, hace que sin consagración absoluta, la continuación de nuestro periódico, resulte imposible...”<sup>5</sup>

La enorme tarea a la que hace referencia en el texto, Ramírez la realizó organizando la información en *El Explorador Minero* en siete 7 secciones: Conferencias mineras, Revista nacional, Revista extranjera, Bibliografía, Necrología, Variedades y Crónica, como se aprecia en el cuadro siguiente, en el que sólo se incluyen algunos encabezados como ejemplo:

No obstante lo anterior, y pese a la ausencia de apoyo de sus interlocutores o de una comunidad que no logró articular –condiscípulos del Colegio de Minería, ingenieros de minas y funcionarios de gobierno– para contribuir con sus escritos e información a enriquecer el debate y la difusión de los adelantos de las ciencias y la tecnología minera del país, Ramírez mostró como propietario, editor y redactor en jefe, plena conciencia del valor que contenía la palabra impresa como herramienta para la producción y circulación de información y conocimientos útiles para atender los rezagos por los que estaba atravesando en momentos de crisis, la industria minera mexicana. Ese fue el sentido último que quiso dar a la empresa editorial que dirigió y a los diversos actores sociales que desde su perspectiva componían la clase minera y así lo publicitaba cuando decía: “en nuestro programa [se buscará] llamar al capital con sus recursos, al poder con su influencia y al ingeniero con su ciencia, al economista con sus meditaciones, al industrial con sus necesidades y al hombre pensador con su consejo”.<sup>6</sup> A través de la difusión escrita de sus ideas buscó normalizar las relaciones entre los distintos actores interesados en la prosperidad de la minería, popularizar el lenguaje técnico-científico; y también, como lo refiere Michael Clanchy (Clanchy, M., 1999: 1-2), “normaliza a los usuarios del lenguaje a través de la escolarización”, es decir, regular y controlar la apropiación y puesta en acción de teorías, modelos, prácticas, técnicas o manejo de instrumentos tecnológicos “que han tenido lugar en el país y en el extranjero y que tienen más íntimamente relación con nuestra patria”.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> S. Ramírez. (1877). “Un año”, *El Explorador Minero*, tomo 1, número 52, México, noviembre 3 de 1877, pp. 1-3.

<sup>6</sup> S. Ramírez (1876). “Editorial”. *El Explorador minero*, tomo 1, núm. 1, México, 4 de noviembre de 1876, pp. 1-2.

<sup>7</sup> S. Ramírez. (1877). “Una rectificación necesaria”, *El Explorador minero*, tomo 1, núm. 54, noviembre 17 de 1877, pp. 1-

## **Ideas técnico-científicas para la plata**

Santiago Ramírez escribió artículos, notas y noticias diversas en *El Explorador Minero* sobre los diferentes ámbitos de la actividad minera, con el propósito de dar a conocer a sus lectores la estrecha relación que mantenía ésta actividad con la ciencia minera, el Estado, los empresarios y quienes en ella laboraban en diversos niveles de responsabilidad y actuación.

En las secciones *Revistas Extranjeras, Nacionales y Bibliografía* recogió y expuso las teorías en boga sobre mineralogía, geología o paleontología que circulaban y se discutían en los principales centros académicos de Europa y América. Reseñó los contenidos expuestos en libros y revistas, siempre ofreciendo su opinión particular sobre los aspectos que podían ser de relevancia para la enseñanza de la minería y favorables a la marcha de su explotación en México. Ponderó los alcances que mostraban las reuniones internacionales de especialistas en diversas disciplinas para el desarrollo de las ciencias y el papel de algunas instituciones académicas, de dentro y fuera del país, en la consecución de nuevos modelos de educación mejor relacionados con el aparato técnico-científico de las empresas dedicadas a la extracción, explotación, beneficio y comercialización de sus productos mineros. También recogió información sobre las mejoras materiales en el transporte internacional y regional, estadísticas de producción minera, acuñación monetaria y sobre el sistema financiero internacional, que llegó a considerar de gran utilidad tanto para el gobierno como para los empresarios mineros del país que bregaban con la depreciación de la plata, ya que era su principal producto. Quizá lo más sobresaliente de la labor editorial de Ramírez, en lo que respecta a los apartados en que organizó su impreso, haya sido la labor de acopio de una amplia bibliohemerografía para la cultura escrita de la minería y el desarrollo posterior de la ciencia mexicana.

Por otra parte, en las secciones *Necrología, Variedades y Crónica*, Ramírez redactó noticias breves sobre los más disímiles temas del mundo de la minería (nuevos métodos de extracción y beneficio de minerales, herramientas y máquinas, descripción de minas y empresas, desempeño de los ingenieros de minas o incluso, accidentes laborales, borrascas y bonanzas mineras), breves crónicas referidas a otras actividades económicas que acompañaban en México y el mundo el interés de los gobiernos, los empresarios o a los hombres de ciencia, con lo que intentó al estilo de los primeros *magazines*, ampliar el espíritu o imagen de una comunidad

minera más allá de las fronteras locales. En la sección de *Necrología* dio a conocer el fallecimiento de hombres dedicados a la política, las artes y las ciencias, con especial interés en los letrados e ingenieros de minas mexicanos, a los que, como impreso especializado, les dedicó breves reseñas de sus vidas y ponderó su dedicación a los adelantos de la sociedad y la economía minera. Ese sería el caso del ingeniero Federico Farrugia y Manly, del que anotó a manera de homenaje póstumo:

“Federico Farrugia y Manly exploró casi todos los distritos mineros de México; formó colecciones mineralógicas con las que participó en la Exposición de Filadelfia como representante de México. Una de sus colecciones la regaló al geólogo norteamericano James Dana. Dejó entre otros trabajos, uno que merece una particular mención: un Manual del Ensayador, en el que detalla con la minuciosidad y exactitud que presiden su trabajo, todos los procedimientos de ensaye para cualquier género de mineral; la preparación y uso de los reactivos y fundantes, la construcción de los hornos, y en una palabra, todos los detalles que debe conocer y practicar el ensayador, acompañando a sus explicaciones las figuras aclaratorias”.<sup>8</sup>

Es posible pensar que ese ejercicio de reflexión sobre la contribución de diversas figuras a la ciencia, al momento de ofrecerles un breve homenaje, haya madurado en él el valor que para la historia de la ciencia llegaría a tener el género biográfico en el resto de su obra escrita años después, pues una de las inquietudes que mantiene a lo largo de su actuación, es la de establecer una tradición escrita de la existencia de una comunidad minera en la que agrupaba a quienes concebía como sus lectores y a quienes dirige su impreso (Morelos Rodríguez, L., 2014: 45-70; Uribe Salas, J. A., y Flores Clair, E., 2015: 535-561).

Pero fue en la sección *Conferencias mineras* en donde éste ingeniero desplegó sus conocimientos y pericia. Para él,

“las minas necesitan para ser explotadas con ventaja el conjunto de elementos que no se han logrado reunir sino con el transcurso de muchos siglos y con el trabajo de muchas generaciones, también lo es que estos elementos no pueden emplearse, sino por un conocimiento exacto de ellos,

---

<sup>8</sup> S. Ramírez. (1877). “El Sr. D. Farrugia y Manly”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 28, México, mayo 19 de 1877, p. 203.

no solamente considerados cada uno en su esencia, sino en su modo de ser y en sus aplicaciones”.<sup>9</sup>

Por esa razón ponía en valor el conocimiento de la geología y la estratigrafía para el estudio de “los terrenos característicos y propios de nuestro suelo; los fósiles que se han encontrado entre sus capas; las especies que se ha creído no pueden existir en nuestro clima, y que se ha descubierto formando parte de nuestras faunas extinguidas; los fósiles que por su yacimiento parecen excluirse, y que se han encontrado confundidos en la misma roca, y tantos otros datos, nuevos, curiosos, interesantes”.<sup>10</sup> En ese tenor Ramírez enlazaba los aportes del distinguido geólogo español D. Juan Villanova, sobre la geografía geológica “cuyos interesantes trabajos son tan conocidos como estimados en nuestros círculos científicos”.<sup>11</sup> Resaltaba lo que para él tenía verdadera importancia para el trabajo de la clase minera mexicana, como eran los principios geográficos abocados a analizar todos los hechos relacionados con lo sólido, líquido y gaseoso, así como lo referente a la distribución de las plantas, los animales y los hombres (lo que hoy conocemos como lo biótico y abiótico), o la paleogeografía o “geografía de los tiempos”, íntimamente imbricada con la estratigrafía, la paleontología y la geología que estudian las leyes que han seguido los cambios operados en la superficie terrestre y los seres que la han habitado en sus diferentes periodos.<sup>12</sup>

Empero, su mayor atención en el discurso elaborado para el impreso lo colocó propiamente en la actividad minería que comprendía un conjunto de conocimientos y técnicas útiles para la exploración de sustancias minerales a partir de depósitos encontrados en la corteza terrestre. Hizo hincapié en que la mineralogía implicaba un movimiento sistemático de cuantificación y análisis de la naturaleza, con especial atención en las prácticas de campo, para identificar rocas, formaciones minerales y los ambientes geológicos que las contenían. En ese sentido en su papel de ingeniero en minas expuso, en principio, la urgencia que existía en México de perfeccionar las técnicas para retirar las sustancias minerales de la naturaleza con técnicas físicas más apropiadas para la excavación de suelos y rocas, aunque éstas

---

<sup>9</sup> S. Ramírez. (1876). “La enseñanza en minería”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 8, México, diciembre 23 de 1876, p. 57.

<sup>10</sup> S. Ramírez. (1876). “México en las Exposiciones Internacionales”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 4, México, noviembre 25 de 1876, p. 26.

<sup>11</sup> S. Ramírez. (1877). “Geografía Geológica”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 29, México, mayo 26 de 1877, p. 214.

<sup>12</sup> S. Ramírez. (1877). “Geografía Geológica”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 29, México, mayo 26 de 1877, p. 214.

dependían en gran medida del conocimiento de su distribución de las sustancias minerales en la corteza terrestre. La segunda fase, decía, corresponde a las técnicas de extracción del elemento mineral de la estructura minera, es decir, los procesos de beneficio aplicados dependían de la naturaleza del mineral a tratar y por lo tanto en cada caso corresponderían procesos diferentes.

Los materiales que Santiago Ramírez dio a conocer en ésta sección y que en sí misma vertebró su ejercicio periodístico, fueron el resultado de la conjunción de conocimiento y experiencia tanto personal como colectiva, es decir, de los conocimientos que circulaban en la comunidad académica del Colegio de Minería y de la Escuela Práctica de Minas de Pachuca, por un lado, y las experiencias de empresarios, administradores e ingenieros de minas que laboraban en distintos centros mineros como Guanajuato, Fresnillo, Taxco, El Oro o Pachuca, por mencionar algunos de éstos. Sus descripciones y argumentos dibujan el cambio tecnológico que ya tenía lugar en los procesos de explotación y beneficio de los minerales y las capacidades técnico-científicas que poseían los técnicos e ingenieros de minas para introducir en los procesos industriales cambios significativos, vinculados a la innovación (Uribe Salas J. A. y J. Zaragoza Cruz, 2016: 217-232). Lo interesante de este esfuerzo es que Ramírez, como cronista de su época, reunió todas y cada una de las experiencias reseñadas, las ordenó y puso en las manos de un público que no necesariamente tenía que ser especialista en el tema.

En una larga disertación sobre las vetas metalíferas, la que se prolongaría en varios números en *El Explorador Minero*, Ramírez expuso en toda su complejidad la naturaleza del conocimiento que debía implementarse, incluso “anterior a los trabajos emprendidos en ella”. Para él, explicaba a sus lectores “los diferentes puntos que se tienen que considerar en una veta, eran: 1. Su composición y su estructura; 2. Su forma y dirección; 3. Las relaciones que tienen entre sí; 4. Las condiciones de la distribución de los minerales en su interior; 5. Los accidentes a que se halla expuesta”.<sup>13</sup> Lo anterior demandaba de los mineros encargados de su explotación un conocimiento pormenorizado de la ciencia mineralogía. En tanto que para llevar a buen término las operaciones principales en la explotación de minas, era preciso integrar en un solo programa las operaciones que tenían por objeto el disfrute del criadero en explotación (tumbe, transporte interior, extracción, transporte exterior, limpia, quiebra y pepena) y las que promovía la conservación de

---

<sup>13</sup> S. Ramírez. (1876). “Conferencias Mineras. Conferencia Tercera. Vetas Metalíferas”, *El Explorador Minero*, tomo 1, núm. 4, México, noviembre 25 de 1876, p. 27.

las minas, como (fortificación, ventilación, desagüe, iluminación).<sup>14</sup> Es decir, buena parte del discurso sobre la materia parecía estar dirigido a los involucrados en el proceso productivo que seguramente formaron parte de sus lectores.

En los recorridos de exploración por distintos distritos mineros del país, cuando tuvo ocasión de realizarlos, Ramírez confrontaba con los ingenieros y mineros prácticos las técnicas de prospección, explotación, extracción y beneficio que se empleaban, al tiempo que sugería lecturas y nuevos procedimientos técnico-científicos para mejorar los trabajos y sus rendimientos. Al mismo tiempo incorporaba a sus disertaciones impresas “los conocimientos locales” producidos en contextos geográficos y sociales distintos pero cercanos a las reglas más meticulosas de las ciencias mineras.

Para Santiago Ramírez la actividad minería había sido el émbolo de los adelantos en las ciencias, la industria y la economía. A ella se debía en gran medida los avances en mineralogía, matemáticas, física, química y geología y también en otras disciplinas como la mecánica, cartografía y meteorología. En repetidas ocasiones escribió convencido que el estado de postración de la minería en México se debía en buena medida a la falta de conocimientos, técnicas y capacidad administrativa y no sólo a los recurrentes conflictos político-militares que habían asolado en la primera mitad del siglo XIX el desarrollo del país; pero confiaba en el trabajo profesional de sus colegas y “amigos”, los ingenieros de minas egresados de las instituciones nacionales, para afrontar con mayor inteligencia y racionalidad científica el impacto negativo que hasta ese momento había tenido la depreciación de la plata en los mercados internacionales.

El ingeniero Ramírez desplegó con autoridad académica en ensayos y escritos publicados en *El Explorador minero*, opiniones diversas sobre el papel y función de los ingenieros de minas formados en el Colegio de Minería, transformado en 1877 en Escuela Especial de Ingenieros. Llegó a considerar que la inyección de ciencia a la actividad minera debía proceder del trabajo sistemático de esa institución, de su profesorado y comunidad de egresados, con lo que validaba el papel de la educación y su función social. En ese contexto vio con entera satisfacción el nombramiento de su antiguo mentor, el ingeniero Antonio del Castillo, como responsable de esa institución.

---

14 S. Ramírez. (1877). “Conferencias Mineras. Conferencia Tercera. Vetas Metalíferas”, *El Explorador Minero*, tomo 1, núm.23, México, abril 14 de 1877, p. 165.

“Este apreciado maestro y amigo nuestro, tan conocido en nuestra minería, a la que ha prestado tan importantes servicios, y en el profesorado, donde ha derramado en sus útiles lecciones los conocimientos más esenciales en uno de los ramos más necesarios en la carrera del minero –la Mineralogía— ha sido nombrado director de la Escuela Especial de Ingenieros. Este acertado nombramiento nos hace concebir la esperanza, de que por las oportunas indicaciones del Sr. Castillo, se logre llenar los muchos vacíos – conocimientos, métodos y tecnologías— de la privilegiada carrera del Ingeniero de Minas”.<sup>15</sup>

Ciertamente una de las mayores debilidades que afrontó la explotación minera en México en la primera mitad del siglo XIX, había sido su escasa capacidad para actualizar e introducir mejoras en las diferentes fases del proceso de producción. Ramírez, consciente de esa gran limitación, no dudó en dar a conocer los avances, pequeños o grandes, que los egresados de esa institución nacional comenzaban a realizar en diferentes distritos mineros y empresas, dignificando con ello el esfuerzo que desde la academia se estaba realizando, así como su convencimiento del diálogo que debían mantener las empresas con las instituciones educativas. Una de esas innovaciones fue la formulada por el C. Ignacio Portugal en el sistema de beneficio de metales, previamente experimentado en laboratorio.

El sistema de beneficio de los minerales argentíferos presentado por el C. Ignacio Portugal consistía:

1. En la transformación de los sulfuros en óxidos y en la reducción de éstos al estado metálico;
2. En la amalgamación de los cuerpos reducidos;
3. En la separación de los mismos.

“El Sr. Portugal nos manifestó los diversos métodos por los cuales podría separarse con facilidad y economía todos los compuestos de la amalgama. En este caso es donde vimos las ventajas más notables de este beneficio, porque no sólo podría aprovecharse los metales preciosos, sino también el fierro. El fierro, que no se amalgama directamente, lo separa el Sr. Portugal por un medio físico de fácil ejecución.

---

<sup>15</sup> S. Ramírez. (1876). “Sr. Ingeniero de Minas D. Antonio del Castillo”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 9, México, diciembre 30 de 1876, p. 72.

La teoría química del nuevo sistema es nacional y los experimentos mencionados concuerdan con sus indicaciones. Además el Sr. Portugal ha hecho un cálculo laborioso para manifestar las economías de tiempo y de dinero que asegura encontrar en su sistema sobre los otros ya conocidos”.<sup>16</sup>

En distintas secciones de *El Explorador Minero*, Santiago Ramírez reunió noticias y descripciones de los inventos, innovaciones o adaptaciones que técnicos e ingenieros de minas realizaban para optimizar los procesos productivos en todos los ámbitos de la actividad minera y, en algunos casos, cómo en algunos de ellos se llegó a solicitar la patente al gobierno federal. Esa forma de legitimar el trabajo de los profesionistas de la materia, también fue en el periódico una de las formas que Ramírez escogió para publicitar la función social que para la ciencia jugaba ese sector. Aquí enumeramos algunos de los inventos que dio a conocer el periódico:

1. Mortero, “que en su esencia se compone de cuatro sectores circulares que gira sobre un plano horizontal”, llamado Mecedora, Hacienda de Beneficio Compañía Minera del Real del Monte.<sup>17</sup>
2. “Ya el interesantísimo método de fijar con una exactitud casi matemática el rendimiento de una torta en el patio, por el ensaye de la pella, debido a nuestro distinguido compañero Manuel M. Contreras, había hecho dar un paso adelante en el camino de las mejoras introducidas al sistema de amalgamación por patio; y adoptado hoy este método en todas las haciendas en que presiden la inteligencia y la buena administración, las pérdidas debido a un lavado prematuro o tardío, han quedado notablemente disminuidas, y en algunos casos del todo olvidadas”.
3. “Un industrial jalisciense, el Sr. Ignacio Portugal, aplicó una teoría química tan sencilla como ingeniosa, al tratamiento metalúrgico de fundición”
4. “El procedimiento del Sr. Martínez de Castro, que es el mismo de lixiviación ligeramente modificado, y el del ingeniero de Minas, Antonio F. de Barros, que ensayó en S. Luis, y actualmente ensaya en Pachuca una solución introducida en el método de patio”
5. “Esto, en nuestro concepto, está sucediendo en nuestra Metalurgia, pues acabamos de saber que dos de nuestros ingenieros, el de Minas Antonio

---

<sup>16</sup> G. Mendoza, M. Bárcena, J. M. César, F. Kaska. (1877). “La cuestión minera”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 22, México, abril 7 de 1877, pp. 153-155.

<sup>17</sup> *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 25, México, abril 28 de 1877, p. 182.

del Castillo, y el topógrafo José M. César, han solicitado un privilegio, para usar por sí solos una invención idéntica a la que mereció al Sr. Villar unas patentes por diez años en la República, y por diez y siete en los Estados Unidos".<sup>18</sup>

Para Santiago Ramírez esas mejoras eran el fruto de una aplicación correcta del conocimiento a la solución de problemas específicos. Ahí radicaba el verdadero espíritu científico de los egresados del Colegio de Minería, pues consideraba que cada uno de los adelantos hechos, cada una de las aplicaciones encontradas, cada uno de los resultados obtenidos, no sólo se manifestaban en una mejor administración de los recursos materiales y humanos, también se traducían en un incremento de la productividad, que era la razón última de su utilidad social. Consideraba, asimismo, que las mejoras estimulaban nuevos perfeccionamientos técnicos y organizacionales que abrían un camino nuevo "por el que se lanzan las inteligencias preparadas por el estudio, ayudadas de observación y animadas por los nuevos conocimientos técnico-científicos".<sup>19</sup> En ese sentido registró en las páginas de *El Explorador minero* los avances y logros que los ingenieros de minas mexicanos, egresados tanto de El Colegio de Minería como de la Escuela Nacional de Ingenieros, ofrecían a los empresarios del ramo. En una nota que tituló "El Sr. Ingeniero de Minas D. Juan N. Cuatáparo", consignaba

Este apreciable amigo nuestro que hace ocho meses se hizo cargo de la dirección de la Hacienda de Regla, donde se benefician los minerales de las minas que trabaja la Compañía del Real del Monte, por los métodos de amalgamación y fundición, ha obtenido, merced a su dedicación e inteligencia, los más satisfactorios resultados.

La compañía deseosa de utilizar los conocimientos parciales y dotes administrativos del Sr. Cuatáparo en mayor escala, le ha confiado la administración de las minas del Real del Monte, en cuyo elevado puesto, estamos seguros alcanzará el mismo éxito.

---

<sup>18</sup> S. Ramírez. (1877). "Nuestra Metalurgia". *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 42, México, agosto 25 de 1877, pp. 313-314.

<sup>19</sup> S. Ramírez. (1877). "Nuestra Metalurgia". *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 42, México, agosto 25 de 1877, pp. 313-314.

Según estamos informados, el Sr. Ingeniero de Minas, D. Miguel Bustamante, se encargará de la Hacienda de Regla, a la separación del Sr. Cuatáparo”.<sup>20</sup>

## **Identidad e independencia: la ciencia mexicana**

El ingeniero de minas Santiago Ramírez tenía plena conciencia de que los distintos saberes y prácticas que al día se aplicaban a la minería, se habían reunido en “el transcurso de muchos siglos y con el trabajo de muchas generaciones”.<sup>21</sup> La ciencia minera era pues un sistema de conocimientos elaborados y perfeccionados a lo largo del tiempo en el que habían intervenido maestros empíricos de gremio, hasta la aparición de los ingenieros de minas formados ya en academias y escuelas de minas, primero en Europa y después en América. Ramírez consideraba, desde luego, que esa tradición técnico-científica no podía “emplearse, sino por conocimiento exacto de ellos”, “y por lo mismo se concibe sin esfuerzo que un conocimiento de esta naturaleza, no puede adquirirse sino por el estudio sostenido y llevado a cabo bajo una dirección concienzuda y acertada”.<sup>22</sup>

Para él, el estudio sostenido bajo una dirección concienzuda y acertada sólo podía lograrse inmerso en un sistema escolarizado, propio de las instituciones de educación superior, como había sido su aprendizaje en el Colegio de Minería. Reconocía el papel de las instituciones de educación como un espacio privilegiado para las actividades científicas, siendo cada una de éstas a la vez, producto y productor de su momento histórico -o, como dijo Roger Hahn (1971: X), “la institución científica es el yunque en que los valores de la ciencia y de la sociedad se moldean en una forma viable” (Figueirôa, Silvia F de M., 2000).<sup>23</sup>

Para Ramírez las instituciones de educación tenían la tarea no sólo de llevar el registro de la cultura escrita sino de incrementarla a través de los procesos de innovación. A ellas correspondía normalizar entre los distintos actores sociales interesados en la prosperidad de la minería, el lenguaje técnico-científico y también,

---

<sup>20</sup> S. Ramírez. (1877). “El Sr. Ingeniero de Minas D. Juan N. Cuatáparo”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 31, México, junio 9 de 1877, p. 232.

<sup>21</sup> S. Ramírez. (1876). “La enseñanza en minería”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 8, México, diciembre 23 de 1876, p. 57.

<sup>22</sup> S. Ramírez. (1876). “La enseñanza en minería”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 8, México, diciembre 23 de 1876, pp. 57-58.

<sup>23</sup> Posto online no dia 08 Novembro 2012, consultado o 15 Dezembro 2017. URL: <http://journals.openedition.org/terrabrasilis/317> ; DOI : 10.4000/terrabrasilis.317 (Consultado: 12/02/2014).

“normalizar a los usuarios del lenguaje a través de la escolarización” (Clanchym, M., 1999: 1-2).<sup>24</sup>

En los escritos y notas que publicó en *El Explorador minero*, destacó el papel que tenían los profesores en la enseñanza de los saberes mineros y en el compromiso ético y social de su apostolado docente. Y no dudó en criticar la falta de preparación de algunos profesores que cobijados a la sombra del poder concentraban más de un empleo, sin tener la preparación para ello:

“Profundamente arraigada en nuestra convicción la idea de que el ramo de la Ingeniería de Minas no puede estar sostenida sino por facultativos inteligentes; y en su formación se necesita una instrucción sólida, que sólo se adquiere por una enseñanza esmerada”. “En efecto, constituye una notoria infracción a la justicia, el hecho que más de una vez hemos presenciado de acumular en una sola persona tres o cuatro empleos con igual número de sueldos; y las desventajas de esta infracción suben de punto si se reflexiona en que tal acumulación se ha hecho en favoritos del poder, con un inicuo desden de la instrucción y del talento.”<sup>25</sup>

En otro escrito asentaba el valor que tenían los exámenes para otorgar el título de Ingenieros de Minas, como un proceso de normalización jurídico-científico del conocimiento adquirido y la destreza técnica para resolver situaciones no previstas por la teoría.

“Pudiésemos multiplicar hasta el infinito las pruebas de la necesidad urgentísima que existe de unir a la teoría la práctica, para la dirección acertada de la explotación y el beneficio; y es evidente, que si dichos elementos son indispensables para dirigir los trabajos, lo son igualmente para reconocer la instrucción, para calificar la pericia y para pronunciar con acierto su veredicto de aprobación!”<sup>26</sup>

La enseñanza teórico-práctica de la ciencia minera fue uno de los aspectos que atrajo su atención y al que le dio mayor cobertura en las páginas de *El Explorador minero*. En diversas notas que publicó a lo largo de la existencia del impreso, dio cuenta de la importancia de establecer escuelas prácticas vinculadas con las

---

<sup>24</sup> M. Clanchy. (1999). *La cultura escrita, la ley y el poder del Estado*. Valencia: Universidad de Valencia, pp. 1-2.

<sup>25</sup> S. Ramírez. (1877). “El profesorado y la circular de 23 de enero”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 27, México, mayo 12 de 1877, p. 193-194.

<sup>26</sup> S. Ramírez. (1877). “Los Exámenes de Ingenieros de Minas”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 37, México, julio 21 de 1877, pp. 274.

necesidades que experimentaban las actividades mineras. Por ello cuando se abrió la Escuela Práctica de minas de Pachuca no dudó en visitarla y describir en el periódico en forma de reportaje, sus adelantos. En el número 35 del 7 de julio de 1877, asentaba:

“Hemos visitado este establecimiento que se encuentra por ahora en el Instituto Literario de Pachuca. Esta Escuela que ahora se comienza a formar, está reclamando la atención del Director y el apoyo del Gobierno.

Nunca como hoy, ha estado el Mineral de Pachuca en condiciones más favorables para que sea fructuosa la práctica que hacen en él los alumnos. La Compañía del Real del Monte, facilita los medios de hacer los estudios que se necesitan, y su ilustre director, secunda benévolamente estas nobles miras.

En todas las minas y haciendas ha dado orden para que a los alumnos se permita la entrada y se faciliten los datos que pidan: tienen estos, pues, a su disposición, patios, tortas, ensaye, balanzas, libros, etcétera: y si a esta buena disposiciones agrega que al frente de todos los trabajos de minas y haciendas, se encuentran mexicanos, en su mayor parte, ingenieros formados en el Colegio de Minería, y que en esta negociación preside el orden más perfecto, se comprende las ventajas que sacarán los alumnos tanto en la parte técnica como en la administrativa, que es tan necesaria y que en lo general ha estado tan poco atendida.

Con estos elementos, con una aplicación constante y con una acertada dirección, se formarán buenos ingenieros de minas que levanten la profesión y el ramo del estado en que se actualmente se encuentra”.<sup>27</sup>

También visitó las instalaciones del nuevo edificio destinado a la Escuela.

“Están establecidas las clases de Matemáticas elementales y superiores, Física, Química, Topografía, Geografía, Historia Natural y Dibujo; y, a medida que los alumnos vayan concluyendo los cursos establecidos, se agregarán —según se nos ha informado— las clases que faltan para completar la profesión del Ingeniero de Minas.

La educación física ocupa un lugar en el programa de estudio, y están establecidas las clases de gimnasia y música; también están construyendo

---

<sup>27</sup> S. Ramírez. (1877). “La Escuela Práctica de minas”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 7, México, julio 7 de 1877, pp. 260.

un estanque para la natación y un jardín botánico, el que, además de ser un sitio de recreación será un gabinete de estudio.

En su pequeña biblioteca, hay obras escogidas recientemente llegadas de Europa, y en sus gabinetes, instrumentos que se acaban de recibir; también para el estudio y las experiencias, cuanto para las operaciones prácticas, tales como determinación de altura, medidas de minas y otras”.<sup>28</sup>

El ingeniero Ramírez consideraba de enorme valor social el que los distintos actores con intereses en la explotación de los recursos minerales, establecieran mecanismos de comunicación y asociación para facilitar la enseñanza de los nuevos saberes, la aplicación correcta de las teorías, la puesta en acción de modelos más eficientes, la socialización de prácticas, técnicas o manejo de instrumentos tecnológicos que ya se ensayaban “en el país y en el extranjero”.

“Si alguna de nuestras clases sociales necesita asociarse en su trabajo, y es susceptible de sacar todas las ventajas que pueden obtenerse de la asociación, es, sin duda alguna, la clase minera, que teniendo por teatro de sus operaciones la grande extensión de toda la República, por objetivo, el desarrollo de la misma riqueza, y por elemento de acción la variedad de medios que son capaces de encontrarse distribuidos en una extensión tan considerable, necesita más que otra alguna la comunicación constante de sus ideas y los medios de realizarlas; de sus necesidades y de los medios de satisfacerlas; de sus elementos y los medios de aprovecharlos; de sus obstáculos y los medios de vencerlos”.<sup>29</sup>

Por último, pero no por ello menos importante, destacamos el espíritu nacionalista que profesaba Ramírez y sus colaboradores, que buscaban fortalecer una identidad intelectual propia en el concierto de la ciencia universal; apremiaba a los ingenieros mexicanos

“a fin de dar a la ciencia de los materiales, como antes dijimos, nuestro carácter nacional, imprimiéndole el sello de nuestro espíritu, amoldarla a nuestras exigencias y nuestros recursos, realizando así una de las conquistas que más debemos ansiar, y es, la independencia intelectual, la

---

<sup>28</sup> S. Ramírez. (1877). “El Instituto Literario de Pachuca”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 7, México, julio 7 de 1877, pp. 263. Su obra mayor sobre la enseñanza minera en las instituciones mexicanas, sería (1890). *Datos para la historia del Colegio de Minería, recogidos y recopilados bajo la forma de efemérides por su antiguo alumno*. México: Sociedad “Alzate”.

<sup>29</sup> S. Ramírez. (1876). “La enseñanza en minería”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 9, México, noviembre 25 de 1876, pp. 65-66.

emancipación industrial, pues como alguna vez hemos dicho: no desechamos la ajena ciencia, no; pues creemos que en ciencia es en donde mejor puede realizarse la bella utopía de la fraternidad universal, pero también deseamos emitir nuestros pensamientos a nuestra manera, y no como lo emiten los extranjeros; creemos que es preciso encaminar a nuestras ideas por el sendero que nos marquen nuestras necesidades; queremos ver crecer y desarrollar la Ciencia Mexicana”.<sup>30</sup>

## Conclusión

Como lo indicamos en el inicio del trabajo, la tesis que orientó la labor periodística del ingeniero de Minas Santiago Ramírez, como editor, redactor y dueño de *El Explorador minero*, fue la de auspiciar en el espacio público “las polémicas científicas” y ofrecer “los datos que el minero necesite para emprender sus trabajos de exploración, explotación o beneficio”. Si miramos con esa óptica su desempeño como profesional de la ciencia, debemos destacar por lo menos tres dimensiones de su pensamiento y práctica científica que impulsó en las páginas del impreso: en primer lugar, su contribución decidida al desarrollo de la cultura escrita, como saberes colectivos institucionalizados para la normalización de su aplicación social en la esfera de las actividades económicas. Aquí habría que decir que el trabajo de Ramírez como editor no se redujo a la publicación de *El Explorador minero*, al contrario, tuvo una expresión más amplia con la integración de la “Biblioteca de El Explorador Minero”, que editó y puso a disposición de especialistas y público en general libros, tratados e informes técnico-científicos sobre distintos aspectos de la actividad minero-metalúrgica en México y otros países.

En segundo lugar, la puesta en valor del conocimiento científico como premisa para rentabilizar la explotación de la plata mexicana y alentar el encadenamiento productivo de las actividades, pues

“Si consideramos la minería como ciencia, la vemos apoyarse, y aun pudiéramos decir, constituirse en las Matemáticas, la Mecánica, la Física, la Química, la Mineralogía, la Geología, en cuyo estudio especulativo se eleva tanto la inteligencia, y en cuyos adelantos prácticos deben ministrarnos datos nuevos, tan preciosos y tan interesantes sobre la

---

<sup>30</sup> M. Pérez. (1877). “Los materiales de construcción de México”. *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 34, México, junio 30 de 1877, p. 252-253. Véase también: J. A. URIBE SALAS y M. T. CORTÉS ZAVALA. (2017). “Biografía e historia de la ciencia mexicana en la obra de Santiago Ramírez (1836-1922)”. En *Revista Inclusiones*. vol. 4. núm. 3, Julio-septiembre, pp. 57-74.

naturaleza ignorada de la parte que ocupamos en nuestro planeta, sobre los elementos de trabajo que de ella podemos obtener y sobre cuestiones antropológicas que no debemos ignorar.

Si la consideramos como arte, la vemos activando los trabajos del constructor, del arquitecto, del carpintero, del cortador de madera, del fabricante, del cantero, del tornero y de tantos otros que contribuyen a su sostenimiento y a su marcha.

Considerándola como industria, la vemos en su esencia produciendo lo más preciosa de las materias, la más segura de las riquezas; y en sus accidentes, impulsando la explotación de diversos materiales, la fabricación de diversos compuestos, el aprovechamiento de diversas sustancias, el sustento y el bienestar de muchas familias, y sobre todo, el elemento generador del comercio".<sup>31</sup>

Y, por último, su decidido esfuerzo por alcanzar la independencia intelectual y científica y fortalecer una identidad propia en el entorno de la ciencia mundial. En esos tres componentes de su discurso y práctica científica que desplegó en *El Explorador Minero*, podemos descubrir una variedad de objetos de investigación que no han sido estudiados, pero que se encuentra ampliamente relacionados con el papel de las instituciones, el poder de organización que desarrollan las comunidades científicas en su vínculo con las empresas; las capacidades de innovación de los ingenieros de minas mexicanos. Una discusión que abre nuevas posibilidades de análisis para repensar las relaciones asimétricas entre centro-periferia o desarrollo-atraso en el devenir de la historia de la ciencia mexicana.

## **Fuente primaria**

*El Explorador Minero*, tomo I, números 1 al 60 (1876-1877)

---

<sup>31</sup> S. Ramírez. (1877). "La Minería en México". *El Explorador Minero*. tomo 1, núm. 31, México, junio 9 de 1877, pp. 226-227. Ramírez desarrollaría al máximo ésta idea en su obra: (1884). *Noticia histórica de la riqueza minera de México y de su actual estado de explotación*. México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento. Puede verse también el trabajo de Guillermo Mira. (1994). "Cambio tecnológico y cambio social en la producción de plata americana (1550-1900)". En *Arbor. Ciencia, Pensamiento y Cultura*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, tomo 149, núms. 586-587, en el que se analiza las relaciones entre la explotación minera y el cambio social.

## **Bibliografía**

- Azuela Bernal, L. F. (2009). "La geología en México en el siglo XIX: Entre las aplicaciones prácticas y la investigación básica". *Revista Geológica de América Central*. Escuela Centroamericana de Geología, número 41, Costa Rica, pp. 99-110.
- Azuela Bernal, L. F. (2005). *De las minas al laboratorio: la demarcación de la geología en la Escuela Nacional de Ingenieros (1795-1895)*. México: Instituto de Geografía, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 186 pp.
- Clanchy, M. (1999). *La cultura escrita, la ley y el poder del Estado*. Valencia: Universidad de Valencia, pp. 1-2.
- Díaz y de Ovando, C. (1998). *Los veneros de la ciencia mexicana. Crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*. México: Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 3 vols.
- Flores Clair, F. (2000). *Minería, educación y sociedad. El Colegio de Minería, 1774-1821*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, 239 pp.
- M. Figueirôa, S. F. de. (2017). «Instituições científicas e formas de institucionalização do saber», *Terra Brasilis* [Online], 2 | 2000, posto online no dia 08 Novembro 2012, consultado o 15 Dezembro 2017. URL: <http://journals.openedition.org/terrabrasilis/317>; DOI: 10.4000/terrabrasilis.317 (Consultado: 12/02/2014).
- Mira, G. (1994). "Cambio tecnológico y cambio social en la producción de plata americana (1550-1900)". En *Arbor. Ciencia, Pensamiento y Cultura*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, tomo 149, núms. 586-587.
- Morelos Rodríguez, L. (2012). *La geología mexicana en el siglo XIX. Una revisión histórica de la obra de Antonio del Castillo, Santiago Ramírez y Mariano Bárcena*. México: Secretaría de Cultura de Michoacán/Plaza y Valdés, 356 pp.
- Morelos Rodríguez, L. (2014). "El elogio de los hombres ilustres en la obra de Santiago Ramírez". En L. Morelos y R. Vega (coords.). *Estudios históricos sobre la cultura mexicana (siglos XIX y XX)*. México: Historiadores de las Ciencias y las Humanidades, A. C., pp. 45-70.
- Ramírez, S. (1884). *Noticia histórica de la riqueza minera de México y de su actual estado de explotación*. México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.

- Ramírez, S. (1890). *Datos para la historia del Colegio de Minería, recogidos y recopilados bajo la forma de efemérides por su antiguo alumno*. México: Sociedad "Alzate".
- Uribe Salas, J. A. (2013). "De la aclimatación de la Mineralogía al desarrollo de la Geología o la promoción de conocimientos para el desarrollo de México, Siglo XIX". En L. Calvo, A. Guirón Sierra y M. Á. Puig Samper (Editores). *Naturaleza y Laboratorio*. Barcelona: España, CSIC, 2013, pp. 117-142.
- Uribe Salas, J. A. (2015). "La biografía como identidad y memoria en la obra del Ingeniero de Minas Santiago Ramírez". En J. A. Uribe Salas y E. Flores Clair (Coordinadores). *Comercio y minería en la historia de América Latina*. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2015, pp. 535-561.
- Uribe Salas, J. A. (2015). *Los albores de la geología en México. Mineros y hombres de ciencia*. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Historiadores de las Ciencias y las Humanidades, A. C., 202 pp.
- Uribe Salas, J. A. y J. Zaragoza Cruz. (2016). "El cambio tecnológico en los procesos de beneficio de la minería regional mexicana. El Porfiriato". En J. A. Uribe Salas, I. Herrera Canales, A. Parra Ocampo, F. O. Escamilla González, L. Morelos Rodríguez. *Economía, sociedad y cultura en la historia minería latinoamericana*. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo/Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2016, pp. 217-232.
- Uribe Salas, J. A. y M. T. Cortés Zavala. (2017). "Biografía e historia de la ciencia mexicana en la obra de Santiago Ramírez (1836-1922)". En *Revista Inclusiones*. vol. 4. núm. 3, Julio-septiembre, pp. 57-74.