

Transmisión de conocimientos técnico-científicos entre Europa y la Nueva España en relación con el sector minero (1760-1820)

María Haydeé García Bravo
CEIICH-UNAM/Master Erasmus Mundus TPTI

Introducción

En el siglo XVIII las ciencias se agrupaban de acuerdo con las que se concebían como “facultades del alma”. D’Alembert retomó de Francis Bacon la idea de que la historia corresponde a la memoria, la poesía a la imaginación y la filosofía a la razón. Todas las ramas del saber de la época se agrupaban dentro de esas tres y su propuesta de clasificación de las ciencias se basó en este criterio de las facultades humanas. D’Alembert concibió un saber integral en el cual, las prácticas de los oficios, tenían un valor fundamental. Criticó que durante mucho tiempo se hubiesen despreciado las artes mecánicas y les otorgó un lugar en su clasificación. Consideró que los artesanos e ingenieros representaban la sagacidad, el ingenio y la paciencia del espíritu.

En este contexto, los ilustrados plantearon que el binomio ciencia-técnica debía estar al servicio de la civilización.

Frente a este proceso la Nueva España no fue la excepción. La idea de progreso que la Ilustración trajo consigo permeó todas las tierras colonizadas.

Aunque en general se concibe al conocimiento técnico como inferior frente al conocimiento científico,¹ considero que son saberes que nacieron juntos, que tienen una misma génesis. El proyecto que actualmente desarrollo se inscribe en los estudios sobre la circulación de conocimientos entre los dos continentes, a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, en relación con el sector minero.

¹ A ese respecto, cito aquí una parte de la conferencia que Phillippe Braunstein dio en México: “el problema historiográfico que se plantea cuando se mira el lugar que ocupa la historia de las técnicas dentro de la historia general, es aquel de una jerarquía de los saberes que es heredada de una cultura medieval, y que refleja hasta nuestros días una visión cultural de la distinción, que le da al proceso de trabajo material un lugar ínfimo al lado de la consideración de las actividades humanas llamadas intelectuales”. Ponencia titulada: “Minería y metalurgia en Europa en los inicios de los tiempos modernos: realidad, descripciones y representaciones figuradas”, dada en el Simposio Internacional *Entre lo bello y lo útil. Aproximaciones iconográficas a la historia de la economía, de la ciencia y de la técnica*, coordinado por Sergio Niccolai, México, DF, Octubre de 2005.

Considero que es fundamental historizar conjuntamente las técnicas y el conocimiento científico, entender cómo se intersectan en un saber que se transforma, que trasciende fronteras y se aplica de manera diversa en múltiples lugares. Las técnicas no están desligadas de su contexto, muy por el contrario, surgen y se generan vinculadas a un problema práctico, aunque al resultar exitosas en un determinado lugar su uso y aplicación se difunde, se amplía, se adapta, se transforma, en otros. El desarrollo del conocimiento científico y de las técnicas para la extracción minera tienen, en el contexto de la Nueva España un carácter y una importancia fundamentales.

Marco teórico-conceptual

Las transformaciones técnico-científicas no se dan en el vacío, en su mayor parte están generadas por una demanda que surge en el terreno mismo de la producción. El saber en minería es un conocimiento que se va generando directamente en el terreno, es un saber ligado a la práctica, al hacer y también se confronta y contrasta ahí.

Para el siglo XVIII la Nueva España basaba una buena parte de su economía en la minería, y se constituyó en el primer productor de plata a nivel mundial.² Para inicios del siglo XVIII, el ingreso que la minería aportaba a la Real Hacienda era de 951,150 pesos; mientras que para la segunda mitad de ese siglo (1750-1760) casi se triplicó hasta llegar a 2,881,050 pesos, teniendo otro incremento significativo en la década 1790-1800 (4,288,153 pesos).³

En el desarrollo y mejoramiento de los conocimientos y las técnicas asociadas a la extracción, refinación y acuñación de minerales en la Nueva España intervinieron tres elementos: 1. los cambios políticos en España y su consecuente implementación en México; 2. un grupo de ilustrados, científicos e ingenieros entre los que destacan Joaquín Velázquez de León (1725-1786), Juan Lucas de Lassaga (¿-1786), José de la Borda (1700-1778), Manuel de Aldaco (¿-1770) Francisco Javier Gamboa (1717-1794), José Antonio Alzate (1737-1799),

² Aunque no hay que olvidar que seguía siendo un país predominantemente agrícola y la economía tenía su principal fuente en esta área. (Humboldt, 1978, p. 237)

³ (TePaske, J. y H.S. Klein, citados por Florescano, E. y M. Menegus, 2000, p. 389).

Joseph Garcés y Eguía, Francisco Javier de Sarría, Fausto de Elhuyar (1755-1833), Federico Sonneschmid, Andrés del Río (1764-1849) y Luis Fernando Lindner (1763-1805), y 3. El intercambio entre las visiones científicas y técnicas generados tanto en el centro de Europa, como en el continente americano, en varias disciplinas asociadas a la mineralogía.

El primer elemento al que me refiero fueron las reformas borbónicas que también tuvieron su impacto en la minería.⁴ Con las reformas los propietarios mineros obtuvieron una reducción en el precio del azogue (mercurio), y exención tributaria para traer maquinaria y tecnología. Anteriormente a ellas, se habían logrado identificar algunos problemas: falta de inversiones, técnica deficiente para solucionar los inconvenientes que aquejaban al sector, lo cual repercutía en altos costos en la producción. Francisco Javier de Gamboa dio cuenta de estos planteamientos en su libro *Comentarios a las ordenanzas de minería* que se publicó en 1761. Este libro contiene una amplia descripción de la problemática y de algunas soluciones técnicas para resolverla.

También con las reformas, impulsadas sobre todo por el visitador Joseph de Galvez, los propietarios mineros obtuvieron cambios en su situación, y se institucionalizó el estatus que se les asignaba mediante la creación de un Colegio de Minería, y de un Consulado para el ramo. Este último agrupó a los mineros y fue presidido por un Real Tribunal de Minería. Este reconocimiento permitió la circulación y transmisión del conocimiento científico y técnico. Fausto de Elhuyar, mineralogista español, fue nombrado primer director del tribunal en 1786 y bajo esta investidura fue a Alemania y Hungría para conocer las técnicas ahí utilizadas.

El Colegio de Minería se fundó poco después, en 1792 y se constituyó en la primera escuela secular. La ingeniería, las matemáticas, la geometría, la química, la administración y la jurisprudencia eran algunas de las materias impartidas en él. El Colegio de Minería fue la institución central para formar a los ingenieros, cumplía la función de instruir y educar a un alto nivel para la aplicación de esas

⁴ En 1767 se da la expulsión de los jesuitas. Las reformas excluían de la administración a los criollos a partir de 1776, y ese mismo año se estableció el cargo de intendente para reforzar el control de los territorios americanos. 1784. Fundación de la Real Academia de San Carlos, 1778, Real Jardín Botánico de México.

disciplinas en todas las fases del proceso productivo relacionado con la minería. Sin embargo, e incluso en su momento, fue muy criticado por considerársele alejado de los problemas mineros más acuciantes.

Es en este diálogo permanente entre los lugares de generación de conocimientos y los espacios de aplicación que me interesa plantear mi proyecto.

Hoy nos parece más o menos evidente que los conocimientos se generan en lugares específicos, como los laboratorios y las universidades, y que se ponen en circulación mediante una gran cantidad de mediaciones, como las revistas especializadas, los congresos, los libros, sin embargo, trasladar esa pregunta al siglo XVIII, al siglo de las luces, me parece muy pertinente e interesante. Cómo se establecía la comunicación entre comunidades intelectuales entre el viejo mundo (principalmente el centro de Europa) y el nuevo mundo (la Nueva España), teniendo como marco contextos tan distintos.

Así, mi pregunta de investigación es: ¿Cómo se da la transmisión de conocimientos y saberes entre lo que se conocía como la Nueva España y Europa, respecto a un campo específico de aplicación como la minería, campo de suma relevancia para el desarrollo económico y social de ambos lados del Atlántico?

En otras palabras, ¿cómo se da la articulación entre conocimientos generados en el centro de Europa, los conocimientos resignificados y creados por la comunidad intelectual en la Nueva España y las demandas sociales y económicas propias de las regiones mineras?

Tenemos dos datos sobresalientes: uno es que para 1780-1810 hubo, en la Nueva España, un aumento en la producción minera y el otro es que también aumentó la producción de libros. ¿Podemos establecer alguna relación entre estos dos hechos? ¿Cómo se intersectan esos procesos? El incremento en la producción minera puede deberse a que se explotaron más minas, pero también la hipótesis posible es que se generaron y aprovecharon los conocimientos presentados tanto en los libros como en los manuales, cartillas y copias que circulaban. El proceso que se da entre esos dos factores es el punto nodal: ¿Qué relación podemos establecer entre el conocimiento vertido en los libros científico-

técnicos y/o los manuales o folletos sin impresión sobre minería producidos en Europa central y en la Nueva España, a partir de la segunda mitad del XVIII y la segunda década del XIX?

Considero de suma importancia rastrear los vínculos entre los novohispanos ilustrados con el sector productivo, para poner de relevancia tanto su papel como el de los grupos de técnicos que aplicaban los conocimientos directamente en el terreno. ¿Qué conocimiento se produjo y circuló en relación con la minería para el México de la época? ¿Quiénes eran los autores de esos conocimientos? ¿Quiénes y cómo llevaban a cabo su labor de intermediarios del saber? ¿Cómo se funde o interrelaciona el saber de las publicaciones con el saber práctico?

¿Por qué en México prevalece la innovación corriente y no la innovante?

¿En cuál etapa de la *chaîne opératoire* se hacían las invenciones?

¿Cómo se puede pensar la relación entre técnica y ciencia a través de la noción de enunciado técnico? Cuál y cómo es la relación entre las prácticas y lo escrito en este dominio multidisciplinar, la minería y también el camino inverso, cómo la sistematización mediante libros y manuales impacto las prácticas?

Asimismo, considero muy importante rescatar del olvido las figuras de los técnicos (desde los capataces, obreros, maquinistas), aquellos actores imprescindibles en el proceso, que no contaban con una instrucción formal pero que sabían-hacer, que conocían por su experiencia en el terreno, sabían hacer funcionar las cosas y de los que poco sabemos. ¿Cuánto organizan ellos mismos el conocimiento y lo ponen en práctica, cómo aprenden y cuáles son sus relaciones con el saber considerado “alto” o académico? ¿Qué llegaba efectivamente a las zonas mineras? ¿Cómo llegaba?

Podemos dar aquí un ejemplo significativo a ese respecto, el texto de Carlos Sempat Assadourian (2001), sobre el intento de traer desde Inglaterra e implementar en la Nueva España la bomba de fuego de Newcomen; intento que no obstante haber resultado fallido nos muestra la importancia de la circulación de conocimientos a varios niveles. Atrae mi atención la frase que el técnico Miguel López Dieguez, encargado de ir a Inglaterra para aprender y evaluar la posibilidad

de transferir dicha bomba, al querer recibir una parte equitativa de las ganancias y del reconocimiento, le escribe a don Isidro Rodríguez de la Madrid, propietario minero y banquero que financia su viaje que sostenía sus derechos sobre todo entre las propiedades y preeminencias respectivas del “dinero” y del “saber”. (p. 421)

Quiero poner énfasis en los lugares de producción y contrastación del conocimiento, los laboratorios y talleres, lugares físicos donde el saber aterriza, toma cuerpo y aplicación. En los centros mineros del país había talleres de alto nivel muy cerca de las propias minas.

Planteo así una historia más cercana al territorio, para intentar saber quiénes fueron los actores concretos y cuál el papel que desempeñaron en la circulación de los conocimientos y rescatar las micro-inventiones que podían darse en la interrelación entre ingenieros, obreros, técnicos y científicos.

Como un ejemplo, bastante estudiado desde diversos ángulos está el caso de la Comisión Minera Alemana que llegó a México en 1788. Desembarcaron en el puerto de Veracruz, once técnicos: Francisco Fischer, Juan Gotfried Adler, Juan Gotfried Vogel, Carlos Gotfried Weinhold, Carlos Gotlieb Weinhold, Carlos Gotlieb Schröder, Luis Lindner, Juan Samuel Suhr, Juan Samuel Schröder, Juan Christof Schöder, Federico Sonneschmidt, comandados por Fausto Delhuyar, recién nombrado director del Colegio de Minería.⁵

El Real Seminario de Minería

El Real Seminario de Minería al fin fue inaugurado solemnemente en una casa contigua al hospicio de San Nicolás, el 1º de enero de 1792. Fue el centro más importante en la creación y difusión del conocimiento.

Como Secord señala, hay que buscar no sólo en los canales de comunicación establecidos, sino también en los múltiples intersticios donde se genera la transmisión del conocimiento. A manera de ejemplo podemos señalar el Libro de tablas mineralógicas dispuestas según los descubrimientos más recientes e

⁵ Donata Brianta ubica dentro de su tipología de *viaggio minerario*, al nivel semi-formal (*livello semiformale*), la misión de Del Río y de Elhuyar, en México, señalando que ellos pasaron al servicio del país hospedante.

ilustrados con notas por D.L.G. Karsten. Consejero de minas del Rey de Prusia, profesor de mineralogía, e inspector de Real Gabinete, socio y correspondiente de muchas academias. Este libro fue traducido al castellano para el uso del Real Seminario de Minería por Don Andrés Manuel de Río.⁶

El mismo Andrés del Río elaboró el Tratado sobre elementos de Orictognosia, cuyo primer tomo apareció en 1795. Y la primera traducción de Lavoisier al castellano la hizo Vicente Cervantes en 1797 para su uso en el Real Seminario de Minería.

“Con esta misma idea de voltear hacia Europa para conocer las teorías químicas más modernas, se publicó otro libro intermedio, que fue escrito antes de su llegada y la de los metalurgistas alemanes que lo acompañaron para intentar mejorar las técnicas mineras y metalúrgicas del Nuevo Mundo: el Ensayo de metalurgia de Francisco Xavier Sarría (1784). Esta obra, la primera impresa en México en que se explicaron las propiedades de los metales con datos extraídos de obras francesas de química, ha pasado desapercibido y su relevancia no sería mayor de no ser por su Suplemento, publicado en 1791. En este texto se explicaron las teorías y técnicas metalúrgicas y químicas europeas traídas por Elhuyar y fue el primer impreso novohispano en que se detallaron los pormenores de la nueva nomenclatura química”. (Omar Escamilla)

En los planos del Real Seminario se propusieron los siguientes 4 profesores:

Don Andrés José Rodríguez, matemáticas

Don Mariano Chanin, francés

Don Esteban González, dibujo y planos

Don Bernardo Gil, dibujo de figura.

Entre 1792 y 1811 ingresaron al Real Seminario, aproximadamente 92 alumnos

No fue hasta mayo de 1800 cuando Elhuyar sometió a la aprobación del Tribunal un instructivo general para la preparación de los cuatro tipos de tesis que debían presentar los practicantes:

1. Con la descripción geognóstica de un Real de Minas
2. Con la descripción y el plano de una mina
3. Con la descripción de los beneficios por el azogue, del oro y la plata, tal como los viera practicar en una mina y,

⁶ Archivo del Palacio de Minería, México, ML, 379A, Libro de Tablas Mineralógicas, 1800.

4. Con informes acerca del beneficio de los minerales de plata, por el fuego, tal como fuera practicado en un Real de Minas. (p. 51)

De 616 libros registrados en el Archivo del Palacio de Minería de mediados del siglo XVIII y hasta 1810, 54 están en alemán, 218 en español, 296 en francés, 5 en inglés, 5 en italiano, 34 en latín, 2 latín-francés (de Humboldt), 1 latín-griego y 2 en sueco.

Estudio de caso

Aquí voy a abordar otro caso el del perfeccionamiento de la pólvora, basándome en los documentos encontrados en el Archivo General de Indias en Sevilla. El documento está dirigido al rey e “instruye de lo ocurrido desde el año de 1779, sobre perfeccionar las fábricas de pólvora en aquel reyno y consulta el método que debe establecerse en ellas para lo subcesivo, acompañando la disertación que le ha pasado el comandante de artillería”.⁷

En este caso, tomó parte un personaje muy importante para entender el desarrollo y difusión de la ciencia en la Nueva España, José Alzate y Ramírez.

Alzate (1737-1799) es un criollo novohispano. Alzate, algunos años antes había solicitado el reconocimiento de dos “inventos”, unas máquinas para la fundición de metales. Inventos que fueron dictaminados y rechazada su proposición.

No he podido localizar ese documento, pero estoy trabajando a partir del dictamen elaborado por el Real Tribunal de Minería en 1779 al respecto.⁸

El documento señala que “No contento el rey o deseoso de mayores perfecciones y ventajas embió aquí a don Salvador Dampier de nación francés (aunque naturalizado en esa península) en el año 1779 para practicar, descubrir y enseñar el secreto de las afinaciones de que había hecho alarde en el sitio Real del Pardo”

⁷ Archivo General de Indias (AGI)/ Estado,20, No. 36/1/ 1

⁸ Archivo del Palacio de Minería, México, 1779/8/d.18. Tribunal de Minería. Borrador del informe que el Tribunal de Minería hizo, a solicitud del fiscal de minería, sobre las máquinas propuestas por el bachiller José Alzate y Ramírez. [México], a 29 de octubre de 1779.

“Referir en detalle las disensiones, desavenencias y quejas que produjo la llegada de este facultativo, acaso por el carácter del director de Salitres, sueldo y facultades que le dispensaba la Real Cédula por su nombramiento y elección Y consultar la providencia decisiva que conviene a estas fábricas para seguir un método el más seguro y ventajoso”

En 1782, se le pidió “descubrir el secreto de que se valía para las afinaciones, y a practicar estas en presencia del Oficial de la Real Hacienda don Ramón de Posada, y del director, administrador y demás dependientes de la fábrica.

El fiscal con aprobación del Virrey don Martín de Mayorga, asoció así para estas diligencias a un “sacerdote práctico y erudito en esta capital llamado don Joseph Antonio de Alzate, quien después de la ejecutadas por Dampier hizo él mismo otras iguales siguiendo la diversidad de elaboraciones y ensayos que le había visto, ocupando los puntos de estas referencias.

Remitidas a España varias porciones de salitres afinados por los citados métodos y otros sin afinar de los que llaman prietos, se pasaron por orden del rey a las fábricas del Alcázar de San Juan, donde su veedor el premiere coronel don Manuel Zaparezo hizo varios exámenes y experimentos cuyo dictamen volvió aquí con Real Orden del 2 de agosto de 1784.

En el archivo del palacio de minería están registradas 17 folletos publicados por Alzate, 5 de 1772, con el título de “Asuntos varios sobre ciencias y artes”, editadas por la Imprenta de la Biblioteca Mexicana y en 1787, 12 “Observaciones sobre la física, la historia natural y artes útiles” editadas por José Francisco Rangel.

José Antonio Alzate, Asuntos varios sobre ciencias y artes, no. 6, lunes 30 de noviembre de 1772, en Obras, vol I., ed. Roberto Moreno de los Arcos, p.98n. Alzate, dice respecto a los individuos enviados por la corona española a estudiar técnicas mineras en Suecia y Alemania: “Los ingleses y franceses han viajado en Suecia y Sajonia y han vertido a sus idiomas los autores metalúrgicos, no olvidándose de nuestro Barba. Monsieur Jussieu pasó a España a registrar las minas de Almadén ¿Qué beneficio nos haría quien nos tradujese el Diccionario

Químico de Macquer; la Mineralogía de Vallerio [sin duda el mineralogista sueco Johan Gottschalk Wallerius] o el célebre Schluter?”

Comentarios a manera de cierre

No puedo dejar de mencionar que incluso evitando conscientemente hacer la historia hagiográfica de los grandes personajes, he caído en la tentación, quizá porque son muy atractivos, pero también porque haciendo el análisis de su caso quizá podemos llegar a dilucidar el entramado de relaciones en el que están insertos.

La minería así era una zona de contacto en dos niveles, al menos, entre varias disciplinas que estaban formándose y también entre personajes de varios campos.

Colofón disperso

Casimiro Chovell (1775-1810. Hijo de mineros de Taxco, que había estudiado matemáticas en la Academia de San Carlos, entró al Colegio de Minas llevando una brillante carrera. Conoció a Humboldt en el centro minero de Villalpando, ocupó el puesto de administrador de la riquísima mina La Valenciana) y José Mariano Jiménez (¿-1810, por su aplicación e inteligencia fue escogido para sustentar actos públicos en todos los años de su carrera) Rafael Dávalos (¿-1810, estuvo ayudando durante varios meses al barón de Humboldt en la construcción de numerosas cartas geológicas, en forma que ameritó que aquél lo calificara de “joven muy empeñoso y muy instruido en las ciencias físicas”, a quien “por su talento y su aplicación, rendía público homenaje de reconocimiento”. Ramón Fabié (1785-1810, natural de Manila, había llegado en la nao de China en 1802 y entrado al Colegio de Minas) participaron en el movimiento de independencia y Miguel Hidalgo los nombró coroneles de regimiento.

A Chovell lo encargó además de que organizara una casa de moneda, así como de que, asociado a Rafael Dávalos, al cual dio empleo de capitán de artillería, con grado de coronel, estableciera una fundición de cañones. A Ramón Fabié también lo hizo Hidalgo coronel.

Dávalos fue fusilado por la espalda en la Alhóndiga. Chovell y Fabié fueron a la horca también en la Alhóndiga en noviembre de 1810.

Al paso de Mariano Jiménez por Zacatecas se le unió otro ingeniero de minas Isidro Vicente Valencia (¿-1811, descendiente de mineros de Tlalpujahuá, también alumno distinguido cuya tesis sobre el mineral de San José del Yelmo, Del Río dijo “superior por su claridad a otra sobre el mismo asunto que escribió el alemán Sonneschmidt”). También fue fusilado

Bibliografía

Fuentes primarias

Alzate y Ramírez, José Antonio. *Asuntos varios sobre ciencias y artes: obra periódica dedicada al rey nuestro señor (que dios guarde)*, Imprenta de la Biblioteca Mexicana, México, 1772.

_____. *Descubrimientos del carbón mineral y petróleo en México*, (documento inédito); nota preliminar José Sánchez Flores, Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología, México, 1988, 79 p.

Anónimo. *Diccionario de las voces más usadas en minería*, Imprenta Antonio Yenes, Madrid, 1848, 160 pp.

Bartolache, José Ignacio. *Mercurio volante (1772-1773)*, UNAM, Bibliotecas del Estudiante Universitario, México, 1993.

Castelazo, Josef Rodrigo de. *Manifiesto de la riqueza de la negociación de minas conocida por la Veta Vizcaína ... Real del Monte*, Felipe Zúñiga y Ontiveros, México, 1820.

Elhuyar, Fausto de. *Indagaciones sobre la amonedación en Nueva España, sistema observado desde su establecimiento, su actual estado y productos, y auxilios que por este ramo puede prometerse la minería para su restauración, presentadas en 10 de agosto de 1810 al Real Tribunal de Minería de Méjico*, Imprenta de la Calle de la Greda, Madrid, 1818, 142 pp., (Edición facsimilar, M.A. Porrúa, México, 1979).

_____. *Memoria sobre el influjo de la Minería en la Agricultura, Industria, Población y Civilización de la Nueva-España en sus diferentes épocas, con varias disertaciones relativas a puntos de economía pública conexos con el propio ramo*, Imprenta de Amarita, Madrid, 1825, 154 pp.

Fabry, José Antonio. *Compendiosa demostración de los crecidos adelantamientos que pudiera lograr la Real Hacienda (...) mediante la rebaja en el precio del azogue que se consume para el laborío de las minas de este reino*, [s.e], México, 1743.

Fagoaga, Francisco de. *Tablas de las cuentas del valor líquido de la plata del diezmo (...) y de los derechos*, [s.e], México, 1773, 68 pp.

Gamboa, Francisco Javier. *Comentarios a las Ordenanzas de Minería dedicados al católico Rey nuestro Señor Don Carlos III*, Oficina de Joaquín Ibarra, Madrid, 1761, 533 pp.

Garcés y Eguía, José. *Nueva teórica y práctica del beneficio de los metales de oro y plata por fundición y amalgamación: Que de orden del rey nuestro señor Don Carlos Quarto, que dios guarde, ha escrito y da al público Joseph Garcés y Eguía*, Zúñiga y Ontiveros, México, 1802, 168 p.

Humboldt, Alejandro de. "Tablas geográfico-políticas del reino de la Nueva España que manifiestan su superficie, población, agricultura, fábricas, minas, rentas y fuerza militar, presentadas al virrey en 1804", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, 2a época, México, 1869, vol. 1, pp. 633-657.

_____. *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España*, Editorial Porrúa, México, 1978, 699 pp.

Karsten, L. G. *Tablas mineralógicas dispuestas según los descubrimientos más recientes e ilustradas con notas. Traducida al castellano para el uso del Real Seminario de Minería por Don Andrés Manuel del Río*, Felipe Zúñiga y Ontiveros, México, 1803.

Lassaga, Juan Lucas de. *Representación que a nombre de la minería de esta Nueva España hacen al rey nuestro señor: los apoderados de ella, Don Juan Lucas de Lassaga, regidor de esta nobilísima ciudad, y juez contador de menores y albaceazgos; y Don Joaquín Velázquez de León*, Sociedad de Ex alumnos de la Facultad de Ingeniería, México, 1979, 159 p. (Edición facsimilar de la publicada por Felipe de Zúñiga y Ontiveros, 1774)

L'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, [1751] Collection de CD, en texte integral, Redon, Paris.

Moreno y Castro, Juan. *Arte o nuevo modo de beneficiar los metales de oro y plata*, [s.e], México, 1758.

Ramírez Castañeda, Santiago. *Estudio biográfico del señor don Joaquín Velázquez Cárdenas y León: Primer Director General de Minería*. Imprenta del Gobierno, en el ex-arzobispado, México, 1888, 76 p.

_____. *Biografía del Sr. D. Andrés Manuel del Río, primer catedrático de mineralogía del Colegio de Minería*, [s.e], México, 1891.

Representaciones del Real Tribunal de Minería a favor de su importante cuerpo y declaración del Exmo. Señor Virrey de estos Reynos sobre que los utensilios, peltrechos y demás efectos que inmediata, o indirectamente conducen al laborío de las minas no causen Alcabala, Impr. de Felipe de Zúñiga y Ontiveros, México, 1781, 57 pp.

Sarría, Francisco Javier de. *Ensayo de metalurgia, o descripción por mayor de las catorce materias metálicas, del modo de ensayarlos, del laborío de las minas, y del beneficio de los frutos minerales de la plata*, Felipe de Zúñiga y Ontiveros, México, 1784. 170 p.

Sonneschmid, Federico. *Minas en España: tratado del beneficio de sus metales de plata por azogue, según el método más comúnmente usado en Nueva España, formado por D. Federico Sonneschmid, comisario que fue de ellas por S. M. en aquel Reyno*, Imprenta de don Ramón Verges, Madrid, 1834, 214 p.

Sonneschmid, Federico. *Tratado de la amalgamación de Nueva España*, Imprenta David, Paris, 1825, 160 pp.

Villaseñor y Sánchez, José Antonio de. *Respuesta que ... a favor de la Real Hacienda en que defiende no ser el precio del azogue el que motivó a que no se costeean las minas de cortas leyes*, [s.e], México, 1742.

Fuentes secundarias

Aureliano, Ramón, Ana Buriano y Susana López (coordinadores). *Índice de las gacetas de literatura de México de José Antonio Alzate y Ramírez*, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, México, 1996.

Brading, David A. *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810)*, Fondo de Cultura Económica, México, 1975.

Burke, Peter. *La cultura popular en la Europa moderna*, Alianza Editorial, Madrid, 1996.

_____. *Formas de Historia Cultural*, Alianza Editorial, Madrid, 2000.

_____. *Historia social del conocimiento: de Gutenberg a Diderot*, Paidós, Barcelona, 2002.

Daumas, Maurice. *Histoire générale des techniques. 3. L'expansion du machinisme: 1725-1860*, Presses Universitaires de France, Paris, 1996.

Escamilla González, Francisco Omar. "Luis Fernando Lindner (Schemnitz, ca. 1763–México, 1805): catedrático de química y metalurgia del Real Seminario de México", en *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas* 41, Böhlau Verlag, Köln/Weimar/Wien, 2004, pp. 167-197.

Esquivel Obregón, Toribio. *Biografía de don Francisco Javier Gamboa: Ideario político y jurídico de Nueva España en el siglo XVIII*, Talleres Gráficos Leguna, México, 1941.

Florescano, Enrique y Margarita Menegus. "La época de las reformas borbónicas y el crecimiento económico (1750-1808)", en *Historia general de México*, El Colegio de México, México, 2000, pp. 363-430.

Gortari, Eli de, *Ciencia y conciencia en México (1767-1883)*, SepSetentas/Diana, México, 1981.

Gruzinski, Serge, *La colonización de lo imaginario. Sociedades indígenas occidentalización en el México español. Siglos XVI-XVIII*, Fondo de Cultura Económica, México, 1993.

_____. y B. Ares Quija (Coords.) *Entre dos mundos. Fronteras culturales y agentes mediadores*, CSIC, Madrid, 1997.

Herrera Canales, Inés (coord.) *La minería mexicana. De la colonia al siglo XX*, Instituto Mora/El Colegio de Michoacán/El Colegio de México/Instituto de Investigaciones Históricas-UNAM, México, 1998.

Herrejón Peredo, Carlos (editor), *Humanismo y ciencia en la formación de México*, Colegio de Michoacán/CONACYT, México, 1984.

Méndez Plancarte, Gabriel, *Humanistas del siglo XVIII*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1941.

Moreno, Roberto. *Joaquín Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el valle de México. 1773-1775*, UNAM, México, 1977.

Motten, Clement G. *Mexican silver and the Enlightenment*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 1950.

Nickel, Herbert J. "Joseph Sáenz de Escobar y su tratado sobre geometría práctica y mecánica. Un manual sobre geometría aplicada para personas no cualificadas en la materia, escrito en Nueva España (México) alrededor del año 1700", en *Historia y grafía*, Núm. 15, Universidad Iberoamericana, México, 2000, pp. 241-267.

Prieto, Carlos *et al.* *Andrés Manuel del Río y su obra científica: segundo centenario de su natalicio*, Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, México, 1966.

Rojas Rabiela, Teresa (coordinadora). *José Antonio Alzate y la ciencia mexicana*, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo/IIH-UNAM, México, 2000.

Saladino García, Alberto. *Dos científicos de la Ilustración hispanoamericana: J. A. Alzate y F. J. de Caldas*, UNAM/UAEM, México, 1990.

Sánchez Gómez, Julio y Guillermo Mira Delli Zotti. "Minería americana y minería europea, 1750-1820 : una perspectiva comparada", en Lafuente Moreno, Antonio, Elena, Alberto y María Luisa Ortega (editores), *Mundialización de la ciencia y cultura nacional*, Universidad Autónoma de Madrid/Ediciones Doce Calles, Madrid, 1993, pp. 105-110.

Sempat Assadourian, Carlos. "La bomba de fuego de Newcomen y otros artificios de desagüe: un intento de transferencia de tecnología inglesa a la minería novohispana, 1726-1731", en *Historia mexicana*, Vol. L, Núm. 3, El Colegio de México, México, 2001, pp. 385-457.

TePaske, John y Herbert S. Klein. *Ingresos y egresos de la Real Hacienda en Nueva España*, INAH, México, 1988.

Torales Pacheco, María Cristina. "Apuntes para el estudio de la presencia de la Ilustración alemana en México", en *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas* 40, Böhlau Verlag, Köln/Weimar/Wien, 2003, pp. 123-150.

Trabulse, Elías. *Francisco Xavier Gamboa: un político criollo en la Ilustración mexicana (1717-1794)*, El Colegio de México, México, 1985.

_____. "Aspectos de la tecnología minera en Nueva España a finales del siglo XVIII, en *Historia de la ciencia y la tecnología*, El Colegio de México, México, 1991.

_____. *Historia de la ciencia en México. Siglo XVIII*, CONACYT/Fondo de Cultura Económica, México, 1992.