

---

Oscar Hugo Jiménez Salas  
INAH, México

**Saberes. Revista de historia de las ciencias y las humanidades**

vol. 1, núm. 2, p. 39 - 71, 2017

Historiadores de las Ciencias y las Humanidades, A.C., México

ISSN-E: 2448-9166

Periodicidad: Semestral

contacto@saberesrevista.org

URL: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/787/7874982004/>

**Resumen:** Existe muy poca información sobre la manera en que se buscaban y descubrían yacimientos minerales durante la época mesoamericana, y en la primera mitad del siglo XVI novohispano. Este trabajo se centra en mostrar que los antiguos pueblos mesoamericanos fueron los primeros en descubrir yacimientos minerales de importancia económica, a través de saberes prácticos y de experiencia artesanal. El conocimiento tácito y la experiencia transmitida por generaciones tenían como base la observación de propiedades físicas de la materia mineral y metálica, al igual que la aplicación pragmática de procedimientos similares a los que todavía se llegan a emplear actualmente en la exploración y en la explotación minera. El entender la manera de adquirir y compartir este tipo de saberes está relacionado con el conocimiento cultural anterior a la denominada investigación científica.

**Palabras clave:** Nueva España, minería, siglo XVI, descubridores de metales, Mesoamérica.

**Abstract:** There is a lack of information about the way of searching and finding mineral deposits during Mesoamerican epochs and earliest years of the colonial times in the New Spain. Therefore, this contribution deals with discovery of ore minerals by Mesoamerican native people through practical knowledge and artisan experience. The implicit knowledge and observational practices were the base for the ore mineral findings. These procedures are similar to those used today in exploration and mining, and could explain patterns of shared knowledge before the implementation of the so-called scientific research.

## INTRODUCCIÓN

El tema de la minería novohispana ha sido tratado por varios autores, desde puntos de vista diferentes y abordando aspectos políticos,<sup>[1]</sup> socioeconómicos,<sup>[2]</sup> históricos,<sup>[3]</sup> metalúrgicos y de explotación minera,<sup>[4]</sup> entre otros. La mayoría de estos estudios cubren temporalidades posteriores a la primera mitad del siglo XVI, cuando los principales reales de minas operaban ya en los actuales estados de Zacatecas, México, Hidalgo, Guanajuato, San Luis Potosí, Oaxaca, Jalisco y Guerrero.<sup>[5]</sup>

Del contenido de los estudios referidos sobresalen, temas como la explotación minera, los procesos metalúrgicos y los contextos sociales, políticos y económicos en que desarrollaban sus actividades los trabajadores al interior de las minas. Sin embargo, destaca la ausencia de investigaciones sobre la forma de prospectar e identificar minerales y metales, y sobre la manera en que se buscaban y descubrían yacimientos de dicha riqueza natural durante la primera mitad del siglo XVI novohispano y anteriormente.

Una de las razones para explicar dicha ausencia la señala María Luisa Rodríguez-Sala al mencionar que “durante el siglo XVI no se publican (...) obras de minería, si bien no hay duda acerca del desarrollo práctico de esa actividad a lo largo del primer siglo colonial”.<sup>[6]</sup>

Otra posible razón es que no se han encontrado todavía documentos de la época mesoamericana o novohispana en donde se explique quién buscaba metales y minerales y cómo lo hacía. Solamente se tiene información de zonas donde existía esa riqueza y lo que hacían con ella. Una tercera razón es que, dentro del proceso de descubrimiento del mineral, su búsqueda e identificación no era una fase de importancia, lo sustancial era encontrarlo.

Una razón más, con frecuencia invocada implícitamente para el caso novohispano, es que se asumía que los poseedores de ese conocimiento técnico eran los conquistadores, por lo mismo, se enfatizaba que los yacimientos minerales fueron descubiertos sorprendentemente rápido, dada la supremacía europea. Incluso se daba por hecho que, debido a la importancia de un hallazgo, el derecho a reportarlo pertenecía únicamente al conquistador o vencedor. En este caso, se dejaba de lado la posible participación de la población indígena y se negaba la posibilidad de que esta última poseyera saberes prácticos que la llevaran a descubrimientos de calidad.

En resumen, la prospección e identificación de recursos minerales durante la época mesoamericana y a inicios de la época colonial no ha sido estudiada, en términos históricos o historiográficos en la misma medida en la que lo han sido el ejercicio de la minería y la metalurgia mesoamericana<sup>[7]</sup> e hispánica en general.

No obstante, es preciso señalar que, en el contexto de la producción minera, tanto actual como antigua, la prospección e identificación de minerales es la primera etapa fundamental para lograr el éxito posterior de cualquier empresa minera. La producción y el desarrollo minero no inician con la explotación mineral sino con la exploración, caracterización y ubicación del mineral en la naturaleza.

Ahora bien, desde la perspectiva antropológica, y de otras ciencias sociales, la exploración minera incide sobre las formas de conocimiento de la naturaleza por parte de las sociedades humanas: esto lleva a considerar la manera de adquirir, utilizar, ejercer y transformar ese conocimiento, incluyendo los motivos para hacerlo. La reflexión sobre estas consideraciones apela a un posible análisis posterior al propuesto aquí.

La finalidad del presente trabajo es mostrar que los antiguos mesoamericanos fueron los primeros en descubrir metales y minerales recurriendo a conocimientos prácticos y al sentido común, antes de la llegada de los españoles. Que fueron ellos también quienes encontraron algunos de los principales sitios mineros desarrollados durante las primeras décadas del contacto con los hispanos. Para ello, presentamos un recorrido que se sitúa temporalmente desde la llegada de los europeos a América hasta aproximadamente el tercer cuarto del siglo XVI, haciendo énfasis en tres líneas argumentativas con respecto a quiénes podían haberse dedicado a la exploración o prospección de metales y minerales, y a la forma en que lo hicieron.

La primera línea se refiere a los oficios que tenían los emigrantes que llegaron al llamado Nuevo Mundo. En la segunda se hace un recuento sobre los conocimientos prácticos de metalurgia y explotación minera que tenían los habitantes americanos antes de la llegada de los europeos. En la tercera línea se tratan algunos de los criterios que se han usado en el pasado, y siguen usándose actualmente, en la búsqueda de yacimientos minerales para, posteriormente, proponer que algunos de ellos fueron los utilizados por los descubridores de minerales en la época prehispánica. Esta propuesta puede derivar en estudios detallados e interpretaciones históricas con respecto a los saberes técnicos de la época, su importancia en la sociedad y los posibles nexos entre ciencia, tecnología y antropología.

Pero antes de iniciar el recorrido se hacen dos acotaciones sucintas que permiten dar contexto a la época considerada. Por un lado, los aspectos político-económicos generales de Europa y, por el otro, una aclaración del término “minero” y sus implicaciones en el ámbito de la minería antigua y actual.

Durante la primera mitad del siglo XVI, el oro procedente de América fue decisivo para el desarrollo económico-político de España y Europa.<sup>[8]</sup> En esos momentos de la historia mundial, existían dos situaciones particulares que incidían en la minería novohispana. La primera situación era que, ante el descubrimiento de América, Europa atravesaba un proceso de transición con respecto al conocimiento, no sólo en el campo de la minería sino de otros muchos campos del saber, tales como la técnica de navegación, la construcción de barcos, la cartografía, la historia natural y, en general, la cosmografía.<sup>[9]</sup>

Con el invento de la imprenta, a finales del siglo XV, se publicarían los primeros documentos sobre metalurgia y minería, apenas en la segunda mitad del siglo XVI. Los más destacados de ellos son el texto intitulado *De la Pirotechnia*<sup>[10]</sup> y el ampliamente conocido y utilizado *De Re Metallica*.<sup>[11]</sup> Dicho despunte técnico minero que se llevó a cabo en Europa central generó abundante información impresa, la cual llegaría tardíamente a América.<sup>[12]</sup>

La segunda situación era que en España se vivía, desde las primeras décadas del siglo XVI, el reinado de Carlos V, quien abdica en 1556 y deja su lugar a su hijo Felipe II. Esta transición fue muy compleja por los conflictos que se sucedían en toda la región europea.<sup>[13]</sup> El principal interés de Carlos V fue la unificación cristiana<sup>[14]</sup> y para ello requería del oro y la plata procedentes del nuevo continente.

De manera que, el objetivo de los primeros años de la conquista fue colonizar, imponer la fe cristiana y obtener la mayor cantidad posible de apoyo económico, es decir, de oro. Por el contrario, durante el reinado de Felipe II la situación cambiaría, debido a que el monarca tenía gran interés por las artes y las ciencias, en las que veía un gran apoyo para el progreso de su imperio,<sup>[15]</sup> pero este proceso se efectuaría hasta el último cuarto del siglo XVI,<sup>[16]</sup> así como en el siglo XVII.

En resumen, durante la época del descubrimiento de América, en el panorama internacional existía un interés directo de colonización territorial y obtención de recursos naturales y humanos. En forma paralela, se desarrollaba una transición en la concepción científica y religiosa, aunque en América había una falta de información y de disponibilidad de libros impresos que no llegarían inmediatamente.

En relación con el término “minero”, son varios los autores que lo han utilizado marcando diferencias con respecto a su significado y uso. Por ejemplo, Carlos Prieto comenta:

Al decir mineros aludimos, ciertamente, a los promotores de empresas mineras y a los técnicos –ingenieros y facultativos-, que a veces son uno y lo mismo con aquellos; pero queremos incluir también dentro del término al que en México se denomina gambusino y que fue, y sigue siendo, uno de los principales protagonistas de la minería.<sup>[17]</sup>

Por su parte, Peter J. Bakewell aclara:

...la palabra “minero” se usa (...) en su acepción colonial, es decir, empresario, dueño de minas y de haciendas de beneficio, y generalmente en ambas. Nunca se usa en el sentido de trabajador.<sup>[18]</sup>

Esto podría ser interpretado como un simple pero importante desarrollo en la división del trabajo y de los saberes, al conformarse dos grupos de actividades casi siempre paralelas. Dichas actividades se desarrollaron desde el principio de la conquista y siguieron sus adecuaciones incluso hasta nuestros días. Debemos, entender entonces que el peón del metal de la época colonial se fue convirtiendo poco a poco en el gambusino de nuestros días. Esto se debió, probablemente, a que a pesar de que los indígenas fueron esclavizados se les permitió localizar y vender ellos mismos el metal que recuperaban a través de la llamada pepena y, por lo tanto, ellos continuaron desarrollando su conocimiento y el oficio heredado de sus antepasados mesoamericanos, aunque posteriormente enriquecido en información y conocimiento a partir de su aprendizaje pragmático en las profundas excavaciones mineras novohispanas.

Por su parte, el término “minero” continuaría teniendo su acepción de dueño, empresario y promotor de minas, y de beneficiario de metales. Aunque en la actualidad se le llama también minero al trabajador que entra a la mina y al estudioso de las minas desde el punto de vista técnico.

Una última consideración es que el estudioso que planteó la posibilidad de que fueran los indígenas americanos quienes descubrieron las minas y yacimientos, a principios de siglo XVI, mientras realizaban tareas que actualmente desempeñan los denominados gambusinos, fue Carlos Prieto, quien afirmó:

...el gambusino posee las mismas virtudes (...) propias de los mineros (...) lo que le diferencia es que su saber sobre la materia (...) no ha sido adquirido en las aulas ni en los libros, sino en la vida misma, en plena Naturaleza, caminando por los montes (...) intuyendo y observando estratos, inclinaciones, piedras, contactos, colores y hasta sabores que le indiquen metales y sustancias utilizables. Puede afirmarse que aparte contadas excepciones, la época heroica de la minería americana (es decir, la de los cuarenta años después del descubrimiento) estuvo a cargo de gambusinos que poseían ese don, de adivinación casi, de encontrar los metales, no solo en los placeres, en estado natural, sino en las rocas.<sup>[19]</sup>

Así, podemos decir que el gambusino actual es la herencia viviente de los conocimientos prácticos del indígena y del español que han evolucionado hasta nuestros días. No obstante, continúa la pregunta de si realmente fueron los europeos o los indígenas americanos quienes descubrieron los primeros sitios mineros durante las décadas iniciales del siglo XVI. ¿Cómo responder a esa cuestión?, ¿cómo diferenciar si fueron buscadores indígenas o exploradores españoles, o inclusive si fueron ambos?

## EMIGRACIÓN Y OFICIOS EN LA NUEVA ESPAÑA

A inicios del siglo XVI no cualquier persona podía emigrar hacia el recién descubierto continente. Los viajes transatlánticos no eran tarea fácil pues primero había que ser admitido y, luego era necesario aguantar los inconvenientes de un viaje de tal magnitud. Se requerían muchas formalidades, permisos, dinero, e incluso buena salud. Hasta los religiosos debían pagar su pasaje y manutención a lo largo del viaje. Entonces, ¿quiénes eran los emigrantes y cuáles sus oficios? Algunas respuestas son aportadas por José Luis Martínez, quien subraya que:

...durante varias décadas, a partir del descubrimiento de América, los viajes transatlánticos tuvieron como propósito la exploración, la conquista y el comercio (...) los pasajeros fueron sólo un añadido (...) Por lo general, se trataba de frailes o clérigos que viajaban para cumplir sus tareas religiosas; de soldados o colonizadores; de funcionarios que (...) iban a tomar posesión, volvían de sus puestos o debían realizar inspecciones; de comerciantes y sus agentes, de hombres en busca de fortuna, de caballeros de industria, de aventureros y, los menos, de simples viajeros a los que movía la curiosidad.<sup>[20]</sup>

Por su parte, Boyd-Bowman, en una investigación sobre la emigración hacia la Nueva España, encuentra 56 mil pobladores hispanos y europeos, entre los que se enlistan los siguientes oficios en relación con la minería y la metalurgia:

...tres batidores de oro, un destinatario de oro cubano, cuatro dueños de minas, un ensayador, un explorador, nueve fundidores de oro, diecinueve herreros, un *lavador de oro*, un *maestre lavador de oro*, treinta y nueve mineros, once plateros, dos quilataores, dos veedores de fundición, y un veedor de minas (las cursivas son nuestras).<sup>[21]</sup>

Es decir, Boyd-Bowman<sup>[22]</sup> documenta cantidades de viajeros para los cinco periodos en que divide su estudio. En tres de dichos periodos enlista: 5,481 viajeros del año 1439 al 1519, más otros 13,262 emigrantes del año 1529 al 1539 y registra 9,044 viajeros del año 1540 al 1559. Esto es, de aproximadamente la mitad de los 56 mil pobladores emigrados, únicamente se tiene el registro de un explorador, un lavador de oro y un maestre lavador de oro.<sup>[23]</sup>

En el caso del padre Bartolomé de Las Casas, al hablar sobre los oficios de las personas que llegaron en los primeros viajes de colonización, refiere lo siguiente:

...llegáronse mil quinientos hombres, todos o todos los más a sueldo de su Alteza, porque pococ [sic] fueron sin sueldo; creo que no pasaron veinte de a caballo, todos peones, aunque los más hidalgos y personas que, si tuvieran de qué comprarlos, no les fueran desproporcionados los caballos. Fue mucha parte de gente trabajadora de campo, para trabajar, arar y cavar y para sacar el oro de las minas que, si supieran el trabajo, bien creo yo que uno no viniera, y, finalmente, para todo lo que les mandaran, y de todos oficios algunos oficiales; toda la mayor parte iba con sus armas para pelear.<sup>[24]</sup>

Así mismo, Las Casas, en sus relatos de cuando Colón convenció a los Reyes de la necesidad de contar con colonos, menciona que:

...hicieron merced a todos los que quisiesen venir a estar y morar en esta isla sin llevar sueldo alguno de sus Altezas, con tanto que no pasasen acá sin su licencia o del que tuviese cargo de darla, que todo el oro que cogiese y sacasen de las minas, con que no fuese de rescate o conmutación con los indios, llevasen la tercera parte, y con las dos acudiesen a los oficiales de sus Altezas...<sup>[25]</sup>

Y agregó que los reyes aceptaron, por medio de dos mandatos despachados el 22 de junio de 1497, que se poblara primero con:

...todas y cualesquiera personas, hombres y mujeres, delincuentes, que hubiesen cometido hasta el día de la publicación de sus cartas cualquier crimen de muerte o heridas, y otros cualesquiera delitos de cualquier natura o calidad que fuesen, salvo de herejía o lesae maiestatis o perduelionis o traición o alevé, o muerte segura o hecha con fuego o con saeta, o de falsa moneda, o de sodomía, o de sacar moneda u oro o plata u otras cosas vedadas fuera del reino, viniesen a servir acá en lo que el Almirante, de parte de los Reyes, les mandase, y sirviesen a su costa en esta isla.<sup>[26]</sup>

En este mismo contexto, Enrique Semo señala que:

...los hidalgos, el sector más bajo de la nobleza, constituyeron un sector muy importante de los emigrantes y fueron ellos los que imprimieron a la empresa colonial española el espíritu caballeresco, aventurero, rapaz y reacio a las ocupaciones productivas que la caracterizó en sus periodos iniciales.<sup>[27]</sup>

Por último, cabe señalar el comentario contrastante de Francisco Morales acerca de los oficios y características de los colonizadores, quien afirma:

...la colonización no fue obra de aventureros. Los tan traídos y llevados criminales fueron pocos (...) las expediciones estuvieron integradas por sectores medios, bajos y capas inferiores o pobres de la nobleza peninsular, en proporción mayor que en la población de España o de cualquier parte de Europa (...) entre el elemento humano que nutrió la corriente conquistadora se percibe la presencia de gran proporción de hidalgos, muchos de ellos muy pobres (...) la conquista fue obra de la nobleza inferior y de gente que había convergido hacia las ciudades o se había formado en ellas (artesanos, marineros, clérigos, religiosos).<sup>[28]</sup>

De esta manera, podríamos resumir que dentro los primeros grupos de emigrantes que fueron llegando al Nuevo Mundo había muy pocos o ningún explorador de metales (también llamado prospector o descubridor), y que los emigrantes correspondían mayormente a reclutados que eran capitaneados por adelantados, gobernadores y altos funcionarios, además de gente común y pobre, religiosos, e incluso mujeres.<sup>[29]</sup> Los mercaderes, capitanes de navío y marineros eran los que cruzaban constantemente el océano Atlántico, dado que eran épocas de conquista, comercio y exploración geográfica de nuevos territorios. Había metales para traer y llevar, no había la necesidad de buscarlos.

## EXPEDICIONES, ENCOMIENDA Y ESCLAVITUD

Fue desde la Isla de Cuba de donde se inicia el apoyo para la conquista de México-Tenochtitlan, tal como fue relatado por Colón<sup>[30]</sup> y Cortés<sup>[31]</sup> y, de cierta manera, ese lugar se convertiría en el punto de partida de las expansiones y exploraciones hispánicas que contribuyeron al engrandecimiento económico de la Nueva España.

Las expediciones de exploración y conquista territorial lograron de manera particularmente eficaz el control del pueblo mexica desde las primeras décadas del siglo XVI. La eficiente colonización del centro de México se debió, entre otras varias razones, a que los conquistadores se encontraron con poblaciones indígenas bien organizadas y con un gran desarrollo cultural, pero con la costumbre, ampliamente difundida, de pagar tributo.

El grupo mexica era el que controlaba por medio del tributo a la mayoría de los pueblos del área de Mesoamérica,<sup>[32]</sup> A pesar de ello, existían grupos que se resistían al sometimiento y llevaban, por así decirlo, un desarrollo independiente del poder central mexica.<sup>[33]</sup> Fueron varios pueblos los que se aliaron a los españoles para lograr vencer al grupo hegemónico en el poder.

No obstante, el derrumbe del poder mexica no provocó la completa desarticulación cultural de los pueblos mesoamericanos. Al contrario, muchos de ellos, sobre todo los aliados de la conquista y sus clases superiores, se insertaron en la nueva organización española que supo aprovechar las costumbres de sometimiento, tributo y organización estratificada que existían previamente en el mundo prehispánico. Los españoles, al dominar rápidamente el área cultural mexica, lograron imponer su organización a la numerosa población indígena, la cual fue repartida como botín de guerra entre las huestes conquistadoras.<sup>[34]</sup> La experiencia colonizadora previamente llevada a cabo en las Antillas permitió a los conquistadores importar el mismo estilo de trabajo indígena bajo la forma de tributo, de esclavitud y de la institución denominada “encomienda”.<sup>[35]</sup>

Además, hubo la promoción de nuevos controles educativos hacia los indígenas, con la ayuda de los frailes mendicantes y con la implantación de las formas institucionales típicas de la corona española. Aquí los frailes mendicantes jugaron un papel sobresaliente, pues fueron también ellos los que lograron conocer, a partir de los llamados *informantes*, cuáles eran las costumbres, ideas y comportamientos de los diferentes pueblos. Entre estos conocimientos estaban los materiales que utilizaban y los lugares de donde podían provenir, por ejemplo los metales y, de cierta manera, cuál era su significado en la cosmogonía prehispánica.<sup>[36]</sup>

El estilo religioso de conquista espiritual favoreció la concentración demográfica y, consecuentemente, las actividades agrícolas, manufacturera y, desde luego, minera. De esta manera, el antiguo conocimiento indígena en un principio siguió funcionando y sólo alteró, particularmente, la estructura económica que exigía la intensificación de la productividad y la imposición de reglas económicas diferentes a las prevalecientes en la época prehispánica.<sup>[37]</sup> Para lograr todo ello, se requirió la fuerza de trabajo de los indígenas.<sup>[38]</sup>

Por consiguiente, los conquistadores repitieron la forma en que lograron obtener el oro durante sus expediciones en las regiones del Caribe. Es decir, al llegar a la tierra firme aplicaron el mismo estilo de control, esclavitud y peonaje sobre las poblaciones indígenas.<sup>[39]</sup> En este sentido, Florescano subraya que:

...los españoles se dedicaron a una verdadera caza de esclavos entre 1521 y 1540. Todas las empresas que acometieron en estos años (lavaderos de oro en los ríos, explotación de yacimientos mineros, cultivo de la seda, del añil y de la hierba pastel) fueron precedidas o acompañadas por salvajes incursiones de rescate en los pueblos indios, o por presiones en los pueblos de encomienda para obtener esclavos.<sup>[40]</sup>

Y, enfatiza que:

...de manera creciente y vigorosa, a partir de 1530 los productos del tributo fueron orientados por los encomenderos a la extracción del oro y la plata. Cientos, miles de indígenas fueron convertidos en esclavos y obligados a trabajar en la extracción de metales preciosos. Decenas de pueblos fueron coaccionados a dar trabajadores, cargadores, materias primas y alimentos en las áreas de explotación minera. La disposición de estos recursos llevó a los encomenderos menos ricos en hombres y tributos a juntarse en compañías dedicadas a la explotación minera, y a los más ricos a fundar las primeras explotaciones (...) mineras en gran escala.<sup>[41]</sup>

Aunado a lo anterior, Florescano remarca:

... lo más notable de estas compañías de encomenderos de escasos recursos y de las empresas más grandes patrocinadas por un solo encomendero poderoso, es que la mayor parte de los medios de producción procedían de los pueblos de indios encomendados. En el alba de la sociedad colonial la base que sostenía estas compañías eran los trabajadores y éstos, en su mayoría eran esclavos indios que los pueblos de encomienda daban a los encomenderos como parte del tributo, aunque también era frecuente que los encomenderos los poseyeran como botín de guerra, y entre 1530 y 1540, que fueran adquiridos por compra.<sup>[42]</sup>

En este contexto de encomienda y esclavitud podemos citar también el trabajo de Brígida Von Mentz<sup>[43]</sup> quien, al tratar sobre el trabajo, sujeción y libertad de los pueblos indios, explica cómo se aceleró la esclavitud entre las sociedades indígenas y, con base en varias fuentes tempranas, relata la transición del esclavo indio (*tlacotin*) de las épocas mesoamericanas al esclavo del encomendero y conquistador. Así, Von Mentz al hablar de los trabajadores mineros, destaca:

...llama la atención el hecho de que los trabajadores especializados del conquistador sean indios chontales, o sea de la misma región donde se encontraron los yacimientos de plata de Taxco, Zacualpan o Sultepec (...) Considero que precisamente los habitantes indígenas de esta zona debieron dedicarse ya en el periodo prehispánico al trabajo especializado de la metalurgia (...) Los códices de la zona de Tlapa y de la región que hoy conforma el estado de Guerrero, el Azoyú o el Codex Humboldt, ratifican con sus enlistados de oro laminado y en pepitas la riqueza de ese metal en la zona y el hecho de que sus habitantes se dedicaban a su recolección, extracción y fundición (...) Si los pueblos denominados simplemente extranjeros o chontales por los mexicas, y que habitaban la “Provincia de la Plata” (como se llamó en el siglo XVI la zona de Taxco, Sultepec, Temascaltepec) eran predominantemente lavadores de oro, descubridores de vetas, fundidores y batihojas, sería lógico que el conquistador los haya ocupado como tales.<sup>[44]</sup>

También Von Mentz<sup>[45]</sup> señala que el mismo Cortés, ya para el año de 1543, ocupó a los “chontales” bajo un oficio de nombre, y agrega: “de los datos de sus empresas (...) cinco varones se describen como chontales y los oficios de tres de ellos son descubridor, el otro fundidor y el tercero igualmente fundidor.” En consecuencia, si para mediados del siglo XVI seguían existiendo esclavos dedicados a trabajar como descubridores y fundidores de metales, no sería extraño pensar que así sucedió durante toda la primera mitad del mismo siglo. Por otro lado, una vez disminuidos los recursos explotables por los indígenas, se inició la exploración minera hispánica, a partir de la prospección en los lugares de yacimientos minerales previamente descubiertos por los indígenas descubridores y lavadores.

## CONOCIMIENTOS PREHISPÁNICOS MINERO-METALÚRGICOS

Son abundantes las publicaciones arqueológicas e históricas que tratan el tema y los saberes<sup>[46]</sup> de la minería y de la orfebrería, practicados por las principales culturas mesoamericanas,<sup>[47]</sup> y no sólo de esta región americana sino de otras del suroeste norteamericano,<sup>[48]</sup> Sudamérica<sup>[49]</sup> y Centroamérica,<sup>[50]</sup> para dar sólo unos ejemplos.

Nuestro recorrido aborda someramente el área mesoamericana. Para continuar nos referiremos a dos casos particulares: la *Matrícula de Tributos*<sup>[51]</sup> y el *Lienzo de Jucutacato*.<sup>[52]</sup> La *Matrícula de Tributos* es un código prehispánico dedicado a la administración y hacienda pública, donde se hace explícito el tributar oro en forma de polvo, barras y discos, además de hachas de cobre, todo lo cual debería ser entregado por los pueblos que estaban dominados por el grupo mexica.<sup>[53]</sup> A través de la copia realizada de la *Matrícula de Tributos*, conocida como *Códice Mendocino*<sup>[54]</sup> se pueden encontrar también vocablos indígenas que hacen referencia a lugares y materiales con presencia de metales, rocas y pigmentos naturales. Este hecho implica que los pueblos tributarios conocían bien los metales y los sitios de obtención de éstos, para poder incluirlos en su respectivo tributo.

Por su parte, el Lienzo de Jucutacato es un documento que contiene la historia del origen y la fundación de asentamientos y pobladores de origen nahua en territorio tarasco.<sup>[55]</sup> Este lienzo tiene importancia pues sirvió de prueba para los múltiples conflictos<sup>[56]</sup> entre grupos de habitantes originales y, posteriormente, contra españoles, por el control de minas y recursos naturales existentes en esa región del occidente mexicano.

Destaca la presencia del cobre<sup>[57]</sup> como materia prima para fabricar herramientas, utensilios y piezas rituales. Sin embargo, durante los conflictos se peleaba, incluso entre los españoles, por la explotación y posesión de los recursos minerales, entre los que aparecía el tributo de oro y plata por medio de las encomiendas.<sup>[58]</sup> Todo lo cual indica que los antiguos habitantes conocían una manera de encontrar, explotar y fundir metales y minerales, pues cuando llegaron los españoles, alrededor de 1522, esos mismos habitantes pagaban ya tributo a los caciques originarios de la región.

Sobre el conocimiento de los metales, Miguel León Portilla<sup>[59]</sup> contribuye con varias investigaciones sobre la base de testimonios aportados por los informantes de Sahagún y otras fuentes y códices que tratan acerca las características, lugares de obtención y significado de varios metales como el oro, la plata y el plomo, según la cosmovisión prehispánica. El oro era conocido como “excrecencia divina amarilla” y la plata como “excrecencia divina blanca”. El oro era recuperado de las arenas de ríos y arroyos, aunque también de excavaciones mineras. Con respecto a otros metales León Portilla refiere lo dicho por los informantes de Sahagún:

*Amóchitl*, estaño. Su nombre viene de *atl*, “agua” y *móchitl* que quiere decir “espuma”. Puede significar también “vapor de agua”. Así se dice de él que es blanco, un poco como la plata, un poco duro, que aparece un poco allá en las minas, igual que el oro allí está su madre.<sup>[60]</sup>

Más adelante, citando la misma fuente, reporta:

*Temetztlí*, plomo. Su nombre viene de *tetl*, “piedra”, y *metztli*, “luna”, porque a veces se ve, aparece, de noche como un atole extendido. Dicen que es excrecencia o excremento de la luna, blanco pero un poco oscuro... También está en las minas, como el oro; allí se halla también su madre, como venas o vetas en zig zag, dentro de la tierra. Y puede ser lavado, fundido, vuelto líquido, que se derrite. Es oscuro, negro, pesado, muy pesado.<sup>[61]</sup>

Los metales eran tan importantes en la cosmovisión mexicana que tenían un dios llamado Xipe como patrono de los orfebres.<sup>[62]</sup> Acerca de los hallazgos arqueológicos sobre minería prehispánica, es decir, la explotación minera del sitio mineralizado, se tienen los estudios realizados por Adolphus Langenscheidt<sup>[63]</sup> quien hace énfasis en los lugares de extracción de metales, minerales y rocas. El mismo autor<sup>[64]</sup> presenta otras investigaciones sobre el trabajo minero prehispánico en México, donde muestra instrumentos y objetos arqueológicos utilizados en las actividades de excavación minera en búsqueda de cinabrio en la región queretana de la Sierra Gorda.

De igual modo, José Luis Carrasco<sup>[65]</sup> estudia, para diferentes periodos de ocupación prehispánica, una abundante serie de bocaminas, herramientas para excavación y molienda de mineral, además de material arqueológico diverso que se utilizó durante la extracción y aprovechamiento de cinabrio, en la zona de Soyatal, estado de Querétaro.

Para la zona noroeste de México, se tienen varios registros sobre actividad minera, particularmente en el estado de Zacatecas, en lo que se conoce como cultura Chalchihuites.<sup>[66]</sup> Dicha actividad no se refiere a la explotación de metales sino al mineral turquesa, pero aporta con ello certidumbre acerca del conocimiento de la técnica minera de excavación a cielo abierto y la utilización de herramientas y objetos en tiempos prehispánicos.

Finalmente, se tienen investigaciones que dan cuenta de materiales y minas de óxidos de hierro, y ponen de manifiesto el desarrollo tecnológico de la metalurgia a través de la utilización del cobre y sus aleaciones en la porción occidental de México, en los actuales estados de Guerrero y Michoacán,<sup>[67]</sup> durante periodos anteriores a la llegada de los españoles.<sup>[68]</sup>

Todo lo anterior pone en evidencia el conocimiento técnico que tenían los indígenas americanos sobre metalurgia, excavación minera y manipulación y transformación de metales, principalmente, cobre, plata y oro. En consecuencia, se puede afirmar que los pobladores mesoamericanos sabían identificar los materiales y encontrar sus lugares de procedencia mucho antes de la llegada de los españoles.

Pero, ¿cómo buscaban metales y minerales los antiguos pobladores mesoamericanos?, ¿qué criterios utilizaban para identificarlos?, ¿qué características veían en el terreno mineralizado? ¿cuáles eran las señales que les indicaban la presencia de metales y minerales?

## DESCUBRIMIENTO DE METALES Y MINERALES

Responder a las preguntas anteriores resulta demasiado complejo, sobre todo porque no se cuenta con un documento prehispánico o español que describa el procedimiento que seguían los indígenas americanos para buscar, identificar, o localizar sitios con metales y minerales asociados. Por otra parte, las cuestiones planteadas poseen implicaciones epistemológicas que tampoco se pueden resolver en este momento. Es por ello que partimos del supuesto de que los antiguos mesoamericanos adquirían primero un conocimiento tácito al seguir enseñanzas prácticas y creencias espirituales para, luego, evaluar sus necesidades cotidianas y tomar decisiones que los llevaban a una acción razonada sobre su entorno natural. El razonamiento daba lugar entonces a una experiencia que se manifestaba en forma de conocimiento práctico, el cual respaldaba su capacidad para identificar, encontrar y ubicar metales, minerales, pigmentos y rocas útiles para sus propósitos. Es probable que el conocimiento se transmitiera entre los practicantes a partir de la observación directa y compartida de manera oral, y de generación en generación.

Consideramos que el trabajo de los descubridores de minas mesoamericanos puede ser comparado con lo que actualmente realiza un gambusino o un artesano en general. De acuerdo con Pamela H. Smith<sup>[69]</sup> existe un conocimiento artesanal práctico que prevalece y se diferencia de aquel adquirido de manera teórica y sistemática en lugares específicos de enseñanza, aun cuando no podemos asegurar que esto último sucediera o no, durante la época mesoamericana o novohispana inicial. El trabajo práctico es una forma de adaptarse a la naturaleza o, si se quiere, de apropiarse de ella, como sucedió siglos más tarde en el mundo occidental europeo,<sup>[70]</sup> cuando se empezó a forjar el concepto de ciencia, de acuerdo con el cual la observación de la naturaleza, por parte del individuo fue el pilar del desarrollo de las ciencias experimentales modernas.<sup>[71]</sup>

Entonces, preferimos hacer una analogía de actividades, desde las cotidianas hasta las rituales, por parte de los pueblos mesoamericanos. Por un lado, los indígenas americanos clasificaban y utilizaban plantas, frutos, semillas y animales, no sólo para su sustento diario, sino para practicar la herbolaria, la medicina, la colección y la astronomía.<sup>[72]</sup> Otro ejemplo es el trabajo detallado que hacían con varias sustancias metálicas, minerales, suelos y rocas, lo cual demuestra la necesidad de contar con habilidades y conocimientos técnicos para un trabajo disciplinado, selectivo y detallado.<sup>[73]</sup> Todos estos saberes están bien documentados.

Por otro lado, al tener materiales y objetos metálicos y líticos finamente terminados es lógico pensar que realizaban actividades de búsqueda, lo cual requiere un proceso que incluye la identificación, la separación y el uso preferencial de lo encontrado. En términos generales, debió utilizarse un procedimiento similar al aplicado en otras actividades ligadas al entorno natural, en donde lo único que cambiaba era el objeto de estudio o, más bien, de búsqueda.

En otras palabras, el asumir que cuando los indígenas americanos buscaban minerales metálicos y no metálicos procedían de manera similar a cuando realizaban actividades cotidianas o rituales, y que esas actividades de naturaleza cognitiva coinciden en parte con las que se pueden llevar a cabo en nuestros días, obliga a hacer un repaso de conceptos y procedimientos posiblemente seguidos.

El primer acercamiento a los metales y minerales debió haber sido su identificación, con base en sus características físicas naturales y, después, el reconocimiento de su ubicación en los lugares específicos donde los encontraban. Esto es, la forma de descubrir precisa saber identificar los atributos físicos de los materiales y, después, continuar su búsqueda sobre la superficie del terreno, con la intención de hallarlos en concentraciones naturales<sup>[74]</sup> mayores, que actualmente llamamos “menas”.

Una mena es la concentración mayor de cierto metal o mineral que tenga algún tipo de interés para extraerlo o recuperarlo.<sup>[75]</sup> Claro, no necesariamente se encontraba una mena, podía encontrarse también la llamada “ganga”, que es la roca con bajo contenido de metal,<sup>[76]</sup> pero de la cual es posible extraer dicho metal por varios métodos rudimentarios. Por ejemplo, para extraer los metales de plata y cobre diseminados en una roca sería necesario triturar la roca (ganga) que los contiene, y así reducir el conjunto a polvo o fragmentos manipulables, y, posteriormente, usar un procedimiento de separación que permita aislar los metales para su uso y transformación.

Cuando las menas son abundantes en la masa rocosa, entonces el lugar se denomina “yacimiento mineral”.<sup>[77]</sup> Así, los yacimientos minerales son masas de roca que portan concentraciones metálicas y no metálicas de diferentes formas y tamaños, particularmente, filones, vetas, bolsas o diseminaciones en zonas determinadas de la roca, que conforma el macizo rocoso.<sup>[78]</sup> Muchos de estos yacimientos pudieron convertirse en zonas mineras al ser posteriormente explotados mediante excavaciones profundas por largo tiempo. Esto fue lo que sucedió con los denominados “reales de minas” en la época novohispana.

Por otro lado, existen también los llamados “yacimientos de placer”, o simplemente “placeres”, que se originan a partir del intemperismo de los macizos rocosos que contienen metales como el oro, la plata y otras aleaciones naturales. Los placeres se forman como resultado de una concentración mecánica de minerales metálicos de alta densidad y resistencia al deterioro físico y químico.<sup>[79]</sup> Es decir, son concentraciones de metales que fueron liberados por la erosión de las rocas que los contenían (separación de la mena y la ganga) y que pasaron a depositarse, conjuntamente con los sedimentos, en cauces de ríos y playas, debido a la acción de la fuerza de gravedad y de su transporte por actividad del agua.

Las propiedades físicas comunes y fácilmente reconocibles a simple vista por alguien que se interese en la búsqueda de metales y minerales son: el color, la dureza, el brillo, la forma, la densidad y, en algunos casos, hasta el tacto, el sabor y el olor, entre otras propiedades físicas. La dureza es una importante propiedad que se asocia también con el color característico del residuo que deja un metal o mineral al ser rayado con algo de mayor dureza. Esta propiedad física de los materiales era muy bien conocida por los indígenas americanos, pues sabían de la dureza necesaria para tallar rocas y minerales como la obsidiana, el cuarzo, la caliza, el basalto y muchas más, utilizadas tanto para esculturas como para edificaciones y manufactura de pigmentos y abrasivos.

El oro nativo, por ejemplo, tiene color amarillo y una brillantez metálica inconfundible, peso específico relativamente alto, buena maleabilidad, resistencia a la alteración química y raya de color igual a su superficie que lo hace fácilmente reconocible. Su gran resistencia a la alteración lo hace casi indestructible en condiciones naturales normales. La plata es igualmente identificable por su color blanco plateado y dureza o, si está alterada, por su coloración gris o negruzca. El cobre tiene brillo metálico y una típica coloración de tonalidad rojiza, aunque, igual que la plata, el cobre es afectado fácilmente por procesos de oxidación superficial que le aporta otras coloraciones.<sup>[80]</sup>

Por otra parte, en la naturaleza los metales no se encuentran regularmente en forma nativa, sino que con frecuencia constituyen aleaciones o compuestos químicos en los cuales se mezclan elementos químicos en forma de cationes y aniones diferentes, que dan lugar a minerales con propiedades físicas diferentes.

Entonces, la existencia de otros grupos de minerales metálicos y no metálicos que se presentan en un macizo rocoso indica la presencia de ciertos metales nativos dada su afinidad química. Si se identifica algún mineral de esos grupos se puede inferir que hay presencia de un metal específico. Las agrupaciones de minerales según su composición química son: los óxidos, los haluros, los sulfuros, los carbonatos y los silicatos, entre otros más.<sup>[81]</sup> Así, por ejemplo, tenemos que el oro puede ser nativo o estar asociado a minerales como la silvanita (Au, Ag) Te<sub>2</sub>, la calaverita (AuTe<sub>2</sub>), la pirita (FeS<sub>2</sub>) y el cuarzo (SiO<sub>2</sub>). La plata se encuentra con la proustita (Ag<sub>3</sub>AsS<sub>3</sub>), la pirargirita (Ag<sub>3</sub>SbS<sub>3</sub>), la argentita (Ag<sub>2</sub>S) y la polibasita ([Ag, Cu]<sub>16</sub>Sb<sub>2</sub>S<sub>11</sub>). Con el cobre se asocian otros minerales tales como la calcosina (Cu<sub>2</sub>S) y la bornita (Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub>). El estaño se encuentra en la casiterita (SnO<sub>2</sub>) y el plomo en la galena (PbS).

Asimismo, varios grupos de minerales se pueden formar por la alteración que sufre la roca y sus minerales, lo cual da lugar a minerales de características físicas que pueden ser rápidamente reconocibles en el terreno. Por ejemplo, minerales ferrosos en zonas de oxidación son la hematita (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), la limonita (FeO·OH·nH<sub>2</sub>O), la pirolusita (MnO<sub>2</sub>), la cerusita (PbCO<sub>3</sub>), la anglesita (PbSO<sub>4</sub>) y las ampliamente conocidas malaquita (Cu<sub>2</sub>[CO<sub>3</sub>](OH)<sub>2</sub>), azurita (Cu<sub>3</sub>[CO<sub>3</sub>]<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>) y la crisocola (~Cu<sub>4</sub>H<sub>4</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>8</sub>·nH<sub>2</sub>O), con sus colores típicos verde, azul y verde con rojo, respectivamente.

En otras palabras, durante la búsqueda de metales nativos también se encuentran otras agrupaciones mineralógicas con las cuales suelen estar asociados. Estas agrupaciones sirven como indicadores o guías fácilmente reconocibles en el terreno, que hacen patente la presencia de los metales buscados. De este modo, la existencia de metales nativos puede descubrirse al encontrar otros grupos de compuestos químicos del tipo de óxidos, telurios, sulfuros, carbonatos, silicatos, entre otros más.

La búsqueda se hacía en las rocas expuestas en la superficie del terreno, particularmente en barrancas, laderas y acantilados donde se forman cortes naturales, o simplemente promontorios o depresiones que resaltan en el paisaje, lo cual tiene que ver con su resistencia al intemperismo. Y, desde luego, en arroyos, ríos y cañadas donde es posible encontrar fragmentos de rocas y sedimentos fluviales, eluviales e incluso costeros. Las características de los suelos, el material pedregoso, los fragmentos de roca, la distribución de plantas y vegetales particulares también servirían de guías para hallar lugares con mineralizaciones de interés.

Por último, es conveniente señalar dos aspectos aclaratorios. El primero concierne a que el procedimiento arriba indicado es parecido al que todavía se llega a utilizar en la actualidad para prospeccionar minas, y proviene de un largo proceso inventivo realizado por diferentes culturas en distintos lugares del planeta desde hace muchos siglos. El segundo aspecto es que este procedimiento se ha convertido actualmente en una metodología que se lleva a cabo en la etapa inicial de la exploración regional de cualquier tipo de yacimiento para explotación económica. De ahí que algunos autores distinguen entre la actividad de exploración y la de prospección, siendo este último término el más apropiado para asignar al descubridor de minerales de la época tanto mesoamericana como del contacto con los españoles. Actualmente, las etapas de aprovechamiento de los metales son: búsqueda y localización (prospección o exploración), extracción y explotación (minería), transformación y beneficio (metalurgia), preparación y uso (manufactura).

## CONCLUSIONES

Durante las primeras décadas del contacto entre los mesoamericanos y los españoles, llegaron a América principalmente soldados, colonizadores, marinos, campesinos, religiosos, comerciantes y hasta aventureros, con el fin de lograr exploraciones territoriales, conquistas y comercio. Dada la riqueza en metales encontrada, también arribaron, en menor cantidad y según su oficio, dueños de minas, ensayadores, herreros, plateros, lavadores de oro, quilatadores, veedores de fundición, pero casi ningún buscador de metales y minerales.

Con las encomiendas se comenzó a aprovechar la experiencia española colonizadora y se impulsó el trabajo obligado de los indígenas bajo la forma de tributo y esclavitud, siendo ellos mismos los que explotaban las minas y señalaban los lugares ya conocidos por su contenido mineral. Por su parte, los encomenderos no se preocupaban por contar con buscadores de metal, pues ya contaban con indígenas que tenían ese oficio.

Los hallazgos arqueológicos demuestran que los nativos de las tierras americanas poseían un conocimiento práctico decisivo acerca de la explotación minera, del trabajo metalúrgico y de la orfebrería. En consecuencia, los pueblos mesoamericanos debieron tener gente que buscaba y encontraba sitios mineralizados, los cuales casi siempre explotaban a cielo abierto o en condiciones de poca profundidad terrestre.

El conocimiento tácito adquirido por parte de los buscadores durante la prospección, se apoyaba en la comprensión de las propiedades físicas de los minerales y de las características de terreno.

Los indígenas americanos tenían un conocimiento avanzado, pues colectaban piedras, minerales y metales, localizaban minas y tenían la capacidad técnica de beneficiar esos materiales que estaban ligados a su cosmovisión. De tal forma que podrían ser denominados guías, descubridores o buscadores y fueron quienes se convirtieron, décadas después, en los llamados buscones o gambusinos.

Los buscadores distinguían las características físicas de los minerales, tales como color, dureza, brillo, sabor, peso, etcétera. A través de estas propiedades pudieron identificar claramente la mayoría de los minerales que se encontraban en la naturaleza.

Gracias a que conocían las propiedades físicas de la materia mineral, buscaban en las rocas y hacían recorridos en las partes altas de los cerros, en tajos naturales, en cañadas y en fracturas de la masa rocosa, tratando de identificar la presencia de vetas, filones y bolsas de minerales, con base en las coloraciones de manchas, brillantez de las partículas, peso de las rocas y su facilidad de desprendimiento de las laderas montañosas.

Dichas propiedades funcionaban como indicadores que se podían observar directamente en fragmentos de roca, estratos intercalados, depósitos de bloques desprendidos y arrastrados o, simplemente, aflorando en la superficie del terreno. En caso contrario, realizaban pequeñas calas o agujeros en el terreno hasta encontrar diferencias en las propiedades físicas del suelo, de sus estratos y de las rocas circundantes, con la intención de encontrar, por ejemplo, manchas de colores típicos de oxidación de hierro. Esto tenía que ver también con la época del año y la zona climática en la que se hacía la prospección, la cual se realizaba no solamente en las laderas de cerros, mesetas y planicies, sino también en las orillas de ríos, arroyos y cuerpos de agua, en donde fuera posible que se acumularan los minerales en los sedimentos de arrastre para formar placeres.

La presencia o ausencia de vegetación podía ser, en ocasiones, signo de ayuda para comprobar la existencia de cierto tipo de minerales, ya que algunos de ellos son tóxicos, como ciertos sulfuros, además de que no permiten el crecimiento de abundante vegetación. Asimismo, algunas características del agua de manantiales como su color y sabor, podían aportar evidencias para localizar menas y vetas.

Una vez encontrado el metal, o los indicios de su presencia, seguía una etapa de excavación en forma de hoyos, tajos o túneles de poca profundidad, utilizando mazos, martillos y cuñas fabricadas con piedra, madera y astas de animales. Posteriormente, molían sobre piedra el material recuperado, limpiaban, cernían y separaban metales para elaborar objetos, en pocas palabras, llevaban a cabo todas las etapas que incluso actualmente se practican en el medio minero.

Esta forma de aproximarse a la naturaleza por parte de la población mesoamericana aún es poco entendida. Su estudio en detalle, bajo una óptica antropológica, ayudaría a comprender sus peculiaridades, sus objetivos de conocimiento y sus patrones para explicar otra manera de transmisión cultural anterior a la instauración de la denominada “investigación científica”.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, René, *Relaciones Geográficas del Siglo XVI*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1982-1988.
- Agricola, Georgius, *De Re Metallica*, New York, Dover, 1950.
- Álvarez Peláez, Raquel, “Felipe II, la Ciencia y el Nuevo Mundo”, en *Revista de Indias*, vol. LIX, núm. 215, pp. 9-30.
- Allaby, Michael, *Oxford Dictionary of Earth Sciences*, Oxford, Oxford University Press, 2008.
- Anderson, Lawrence, *La platería en México*, México, Editorial Porrúa, 1956.
- Anónimo, “La matrícula de tributos”, en *Arqueología Mexicana*, Edición Especial, México, núm. 14, 2003.
- Aveni, Anthony, *Skywatchers, Revised and updated version*, Austin, University of Texas Press Austin, 2001.
- Bakewell, Peter J., *Minería y sociedad en el México colonial. Zacatecas (1546-1700)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1997.
- Bargalló, Modesto, *La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial*, México, Fondo de Cultura Económica, 1955.
- Besso-Oberto, Humberto, “Mina prehispánica de Tecozahuil”, en *Arqueología y etnohistoria del Estado de Guerrero*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1986, pp. 345-350.
- Biringuccio, Vannoccio, *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio: The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metalurgy*, New York, Dover, 2006.
- Boyd-Bowman, Peter, *Índice biogeográfico de más de 56 mil pobladores de la América hispánica, 1493-1519*, tomo I, México, Fondo de Cultura Económica-Instituto de Investigaciones Históricas-Universidad Nacional Autónoma de México, 1985.
- Brading, David A., *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1993.
- Bray, Warwick, “*Metallurgy and anthropology: two studies from prehispanic America*”, en *Boletín del Museo del Oro*, vol. 42, 1997, pp. 37-55.
- Calderón, Francisco R., *Historia económica de la Nueva España en tiempo de los Austrias*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985.
- Carrasco, José Luis, “Trabajos y excavaciones arqueológicas y material recuperado”, en Margarita Velasco Mireles (coord.), *La Sierra Gorda, documentos para su historia*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica núm. 340, 1997, pp. 415-502.
- Carrasco, Pedro, *Estructura político-territorial del Imperio tenochca. La triple Alianza de tenochtitlan, tetzcoco y tlacopan*, México, Fondo de Cultura Económica-Colegio de México, 1996.
- Chance, John K., *La conquista de la Sierra. Españoles e indígenas de Oaxaca en la época de la Colonia*, México, Instituto Oaxaqueño de las Culturas-Fondo Estatal para la Cultura y las Artes-CIESAS, 1988.
- Colón, Cristobal, *Los cuatro viajes testamento*, Madrid, Alianza Editorial, 2000.
- Cortés, Hernán, *Cartas de relación*, México, Editores Mexicanos Unidos, 1985.

- Cooke, Richard, Luis Sánchez Herrera, y Diana Carvajal, “Los pueblos indígenas de Panamá durante el siglo XVI”, en *Mesoamérica*, vol. 45, 2003, pp.1-34.
- Cubillo Moreno, Gilda, *Los dominios de la plata, el precio del auge, el peso del poder: empresarios y trabajadores en las minas de Pachuca y Zimapán, 1552-1620*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Divulgación, 1991.
- Daston, Lorraine y Elizabeth Lunbeck, *Histories of scientific observation*. Chicago, The University of Chicago Press, 2011.
- Delgado López, Enrique, “Las Relaciones Geográficas como proyecto científico en los albores de la modernidad”, en *Estudios Mesoamericanos*, Nueva época, núm. 9, julio-diciembre, 2010, pp. 97-106.
- De Grinberg, Dora M., “Tecnologías metalúrgicas tarascas”, en *Revista Ciencia y Desarrollo*, vol. 15, núm. 89, 1989, pp.37-52.
- \_\_\_\_\_, “¿Qué sabían de fundición los antiguos habitantes de Mesoamérica? Parte I”, en *Ingenierías*, vol. 7, núm. 22, 2004, pp. 64-70.
- De la Cruz, Martín, *Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis. Manuscrito azteca de 1552*, vol. I y II, traducción latina de Juan Badiano, México, Fondo de Cultura Económica-Instituto Mexicano del Seguro Social, 1991.
- De Las Casas, Bartolomé, *Historia de las Indias*, tomo 1, Caracas, Biblioteca Ayacucho, 1986.
- Enciso de la Vega, Salvador, “Algunos datos para la cronología de la minería y la geología en México”, en *Geomimet*, 3ª época, núm. 104, 1980, pp. 63-72.
- Fenoglio Limón, Fiorella, *Minería en la cultura chalchihuites*, México, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica núm. 571, 2011.
- Florescano, Enrique (comp.), *Ensayos sobre el desarrollo económico de México y América Latina (1500-1975)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1987.
- \_\_\_\_\_, “La formación de los trabajadores en la época colonial, 1521-1750”, en Pablo González Casanova (coord.) *La clase obrera en la historia de México*, México, Siglo XXI Editores, 1996, pp. 9-124.
- Franco, María Teresa, Estela Jiménez Codinach, y María Correa Etchegaray, “Investigaciones sobre minería prehispánica en testimonios históricos”, en *Geomimet*, núm. 62, México, 1973, pp. 19-23/31-38.
- Galindo Trejo, Jesús, “La Astronomía prehispánica en México”, en *Lajas Celestes: Astronomía e Historia en Chapultepec*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes-Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, 2003, pp. 15-77.
- Gerhard, Peter, *Geografía histórica de la Nueva España, 1519-1821*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1986.
- Gibson, Charles, *Los aztecas bajo el dominio español, 1519-1810*, México, Siglo XXI Editores, 2007.
- Guilbert, John M., y Charles F. Park, *The geology of ore deposits*, Long Grove, Waveland Press, 2007.
- Gurría Lacroix, Jorge, “La minería, señuelo de conquistas y fundaciones en el Siglo XVI novohispano”, en *Minería Mexicana*, México, Comisión de Fomento Minero, 1984, pp. 39-62.
- Gutiérrez López, Edgar, *Economía política de la agrominería en México*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica núm. 407, 2000.

- Hamilton, Earl J., *El tesoro americano y la revolución de los precios en España, 1501-1650*, Barcelona, Editorial Crítica, 2000.
- Hassig, Ross, *Comercio, tributo y transportes. La economía política del Valle de México en el siglo XVI*, México, Alianza Editorial Mexicana, 1990.
- Hendrichs, Pedro Rodolfo, “Datos sobre la técnica minera prehispánica”, en *El México Antiguo*, tomo 5, México, Sociedad Alemana Mexicanista, 1941-1944, pp. 148-160, 179-194 y 311-328.
- Herrera Canales, Inés (coord.), *La minería mexicana. De la colonia al siglo XX*, México, Instituto Mora-El Colegio de Michoacán-El Colegio de México-Instituto de Investigaciones Económicas-Universidad Nacional Autónoma de México, 1998.
- Hocquenghem, Anne Marie y Luisa Vetter, “Las puntas y rejas prehispánicas de metal en los Andes y su continuidad hasta el presente”, en *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos*, vol. 34, núm. 2, 2000.
- Hosler, Dorothy, “La tecnología de la metalurgia sagrada del Occidente de México”, en *Arqueología Mexicana*, vol. 5, núm. 27, 1997, pp. 34-41.
- \_\_\_\_\_, “West Mexican Metallurgy: revisited and revised”, en *Journal of World Prehistory*, vol. 22, núm. 3, 2009, pp. 185-212.
- Hosler, Dorothy y Andrew Macfarlane, “Copper sources, metal production and metal trades in Late Postclassic Mesoamerica”, en *Science*, núm. 273, 1996, pp. 1819-1824.
- Klein, Cornelis y Cornelius S. Hurlbut, *Manual of Mineralogy*, New York, John Wiley & Sons, 1993.
- Krickeberg, Walter, *Las antiguas culturas mexicanas*, México, Fondo de Cultura Económica, 2003.
- Lang, Marvin, “La tecnología alemana en la minería virreinal”, en *Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Logroño, Universidad de la Rioja, 2002, pp. 55-63.
- Langenscheidt, Adolphus, “Bosquejo de la minería prehispánica de México”, en *Revista Quipu*, vol. 2, núm.1, 1985, pp.37-57.
- \_\_\_\_\_, “La minería en el área Mesoamericana”, en *Arqueología Mexicana*, vol. 5, núm. 27, 1997.
- \_\_\_\_\_, “Las minas y la minería prehispánicas”, en Margarita Velasco Mireles (coord.), *La Sierra Gorda, documentos para su historia*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica núm. 340, 1997.
- Lechtman, Heather, “The production of copper-arsenic alloys in central Andes: highland ores and coastal smelters?”, en *Journal of Field Archaeology*, vol. 18, 1991.
- León Portilla, Miguel, *La Minería en México*, México, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1978.
- \_\_\_\_\_, “La Minería y la metalurgia en el México Antiguo” en *Minería Mexicana*, México, Comisión de Fomento Minero, 1984, pp. 3-30.
- León Portilla, Miguel, Oro y plata de Mesoamérica vistos por indígenas y europeos, en *Arqueología Mexicana*, vol. 5, núm. 27, 1997.
- López Piñero, José María, *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*, Barcelona, Editorial Labor, 1979.

- Maldonado, Blanca, "Mining and metallurgy, and the evidence for their development in West Mexico", en Aaron N. Shugar y Scott E. Simmons (Eds.) *Archaeometallurgy in Mesoamerica. Current approaches and new perspectives*, Boulder, University Press of Colorado, 2013, pp. 51-75.
- Marichal, Carlos, *La bancarrota del virreinato. Nueva España y las finanzas del imperio español, 1780-1810*, México, Fondo de Cultura Económica, 1999.
- Martínez, José Luis, *Pasajeros de Indias*, México, Alianza Universidad, 1984.
- Martínez Villarroya, Javier, *Las estructuras antropológicas del imaginario órfico. El cetro, la cratera y el niño*, Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, 2003.
- Maura, Juan Francisco, *Españolas de ultramar en la historia y en la literatura*, Valencia, Publicacions de la Universitat de València, 2005.
- Morales Padrón, Francisco, *Historia de España*, tomo 14, América hispana, Madrid, Editorial Gredos, 1986.
- Nieto Olarte, Mauricio, *Remedios para el imperio: historia natural y la apropiación del nuevo mundo*, Bogotá, Departamento de Historia, Universidad de los Andes, 2006.
- Palmer, Jay W., et al., "Pre-Columbian metallurgy: technology, manufacture, and microprobe analyses of copper bells from the greater southwest", en *Archaeometry*, vol. 40, núm. 2, 1998, pp. 361-382.
- Patterson, Clair C., "Native Copper, Silver, and Gold accessible to early metallurgists", en *American Antiquity*, vol. 36, 1971, pp. 286-321.
- Pendergast, David, "Metal Artifacts from Amapa, Nayarit, Mexico", en *American Antiquity*, vol. 27, núm. 4, 1962, pp. 520-545.
- Pérez, Joseph, "Carlos V y el Atlántico", en *Anuario de Estudios Atlánticos*, núm. 51, 2005, pp. 271-284.
- Pesquera Velázquez, Rubén, "Principales minas antiguas inactivas o parcialmente trabajando en México", en *Geomimet*, núm. 96, 1978, pp. 41-48, 53-60.
- Pimentel, Juan, "The Iberian Vision: science and empire in the framework of the universal monarchy, 1500- 1800", en *Osiris*, vol. 15, 2000, pp. 17-30.
- Portuondo, María, *Secret Science-Spanish Cosmography and the New World*, Chicago, The University of Chicago Press, 2009.
- Powell, Philip W., *Soldiers, indians and silver. The northward advance of New Spain. 1550-1600*, Berkeley-Los Angeles, University of California Press, 1952.
- Prieto, Carlos, *La minería en el nuevo mundo*, Madrid, Ediciones de la Revista de Occidente, 1968.
- Randall, Robert W., *Real del Monte: una empresa minera británica en México*, México, Fondo de Cultura Económica, 1986.
- Ríos Palma, Marco A., "La metalurgia: tecnología ancestral en Mesoamérica", en Ilse A. Álvarez Palma, Sandra G. Pichardo Arellano, y César Salazar Velázquez (eds.) *Ciencia y tecnología. Apuntes para su reflexión en la historia de México*, México, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, A.C., 2012, pp. 11-18.
- Rodríguez-Sala, María Luisa, "Tres constructores de obras científico-técnicas de minería y metalurgia en la Nueva España del siglo XVII: Luis Berrio de Montalvo, Jerónimo de Becerra y Juan del Corro", en *Anuario de Estudios Americanos*, tomo LVII, núm. 2, 2000, pp. 631-659.

- Roskamp, Hans, “Las matrículas de tributos de Cutzio y Huetamo, Michoacán, siglo XVI”, en Janet Long Towell y Amalia Attolini Lecón (coords.) *Caminos y mercados de México*, México, Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2009, pp. 221-238.
- \_\_\_\_\_, “El Lienzo de Jucutacato. La historia sagrada de los nahuas de Jicalán, Michoacán”, en *Arqueología Mexicana*, vol. XXI, núm. 23, 2013, pp. 47-54.
- Roskamp, Hans y Mario Rétiz, “Jicalán el Viejo, Michoacán: una prospección arqueológica e histórica (resultados primera fase)”, en José A. Oliveros Morales (Ed.) *Raíces culturales en la historia de la Tierra Caliente michoacana*, El Colegio de Michoacán, Zamora, México, 2011, pp. 167-206.
- \_\_\_\_\_, “An Interdisciplinary Survey of a Copper-Smelting Site in West Mexico: The Case of Jicalán el Viejo, Michoacán”, en Aaron N. Shugar y Scott E. Simmons (Eds.) *Archaeometallurgy in Mesoamerica. Current approaches and new perspectives*, Boulder, University Press of Colorado, 2013, pp. 29-50.
- Rozat, Guy, “El redentor occidental y sus fantasías técnicas”, en Enrique Florescano y Virginia García Acosta (coords.) *Mestizajes tecnológicos y cambios culturales en México*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social-Miguel Ángel Porrúa Grupo Editorial, 2004, pp. 128-150.
- Sahagún, Bernardino de, *Historia general de las cosas de Nueva España*, México, Cien de México, tomo III, 2000.
- Sánchez Martínez, Antonio, “Ciencia ibérica y mundo atlántico”, en *Dynamis*, vol. 31, núm. 1, 2011, pp. 245-259.
- Semo, Enrique, *Historia del capitalismo en México*, México, Editorial Era, 1991.
- Shiavitti, Vincent, “La minería prehispánica de chalchihuites”, en *Arqueología Mexicana*, vol.1, núm. 6, 1994, pp. 48-51.
- Simmons, Scott E., y Aaron N. Shugar, “Archaeometallurgy in Ancient Mesoamerica” en Aaron N. Shugar y Scott E. Simmons (eds.), *Archaeometallurgy in Mesoamerica. Current approaches and new perspectives*, Boulder, University Press of Colorado, 2013, pp. 1-28.
- Smirnov, Vladimir I., Geología de yacimientos minerales, Moscú, Editorial Mir, 1982. John M. Guilbert, y Charles F. Park, *The Geology of Ore Deposits*, Long Grove, Waveland Press, 2007.
- Smith, Pamela H., *The body of the artisan. Art and experience in the scientific revolution*, Chicago, The University of Chicago Press, 2004.
- Torres, Luis y Francisca Franco, “La metalurgia tarasca. Producción y uso de metales en Mesoamérica”, en Sonia Lombardo y Enrique Nalda (coords.), *Temas Mesoamericanos, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia*, 1996, pp. 51-75.
- Trabulse, Elías, *Historia de la ciencia en México. Estudios y textos. Siglo XVI*, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Fondo de Cultura Económica, 1985.
- Uribe Salas, José A. (coord.), *Recuento histórico bibliográfico de la minería en la región central de México*, México, Departamento de Historia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1994.
- Varios Autores, *Imagen Veterinaria. Animales en el México Prehispánico*, vol.3, núm.4, octubre-diciembre, 2003.
- Varios Autores, *Arqueología Mexicana. Rocas y minerales del México antiguo* número 27, septiembre-octubre, 1997.
- Velasco Ávila, Cuauhtémoc, et al., *Estado y Minería en México (1767-1910)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1988.

Von Mentz, Brígida, *Trabajo, sujeción y libertad en el centro de la Nueva España*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social-Miguel Ángel Porrúa Grupo Editorial, 1999.

Warren, Benedict J., "Informe del Lic. Vasco de Quiroga sobre el cobre de Michoacán, 1533", en *Anales del Museo Michoacano*, tercera época, Morelia, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1989, pp. 30-52.

\_\_\_\_\_, *La conquista de Michoacán, 1521-1530*. FIMAX Publicistas, Morelia, México, 1977.

Weigand, Phil, "The mines and mining techniques of the Chalchihuites Culture", en *American Antiquity*, vol. 33, núm. 1, 1968, pp. 45-61.

Whitten, Douglas G.A. y John R.V. Brooks, *A dictionary of Geology*, England, Penguin Books, 1975.

Wilckens Ureta, Alexander, "Carlos V 1500-1558", en *Revista Archivum*, núm. 51, 2002, pp. 247-257.

Zavala, Silvio, *La esclavitud de los indios*, México, El Colegio Nacional, 1981.

\_\_\_\_\_, *Estudios indianos*, México, El Colegio Nacional, 1984.

## NOTAS

- 1 Philip W. Powell, *Soldiers, indians and silver. The northward advance of New Spain. 1550-1600*. Berkeley-Los Angeles, University of California Press, 1952. Jorge Gurría Lacroix, "La minería, señuelo de conquistas y fundaciones en el Siglo XVI novohispano", en *Minería Mexicana*, México, Comisión de Fomento Minero, 1984, pp. 33-55. Cuauhtémoc Velasco Ávila, Eduardo Flores Clair, Alma Parra Campos y Edgar Gutiérrez López, *Estado y Minería en México (1767-1910)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1988. Inés Herrera Canales (coord.), *La minería mexicana. De la colonia al siglo XX*, México, Instituto Mora-El Colegio de Michoacán-El Colegio de México-Instituto de Investigaciones Económicas-Universidad Nacional Autónoma de México, 1998. Edgar Gutiérrez López, *Economía política de la agrominería en México*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica núm. 407, 2000.
- 2 Gilda Cubillo Moreno, *Los dominios de la plata, el precio del auge, el peso del poder: empresarios y trabajadores en las minas de Pachuca y Zimapán, 1552-1620*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Divulgación, 1991. David A. Brading, *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1993. Peter J. Bakewell, *Minería y sociedad en el México colonial. Zacatecas (1546-1700)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1997. Carlos Marichal, *La bancarrota del virreinato. Nueva España y las finanzas del imperio español, 1780-1810*, México, Fondo de Cultura Económica, 1999.
- 3 María Teresa Franco, Estela Jiménez Codinach, y María Correa Etchegaray, "Investigaciones sobre minería prehispánica en testimonios históricos", en *Geomimet*, núm. 62, México, 1973, pp. 19-23, 31-38. Miguel León Portilla, *La Minería en México*, México, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, 1978. Salvador Enciso de la Vega, "Algunos datos para la cronología de la minería y la geología en México", en *Geomimet*, 3ª época, núm. 104, 1980, pp. 63-72. Robert W. Randall, *Real del Monte: una empresa minera británica en México*, México, Fondo de Cultura Económica, 1986. Enrique Florescano (comp.), *Ensayos sobre el desarrollo económico de México y América Latina (1500-1975)*, México, Fondo de Cultura Económica, 1987. Enrique Florescano, "La formación de los trabajadores en la época colonial, 1521-1750", en Pablo González Casanova (coord.) *La clase obrera en la historia de México*, México, Siglo XXI Editores, 1996, pp. 9-124. José A. Uribe Salas (coord.), *Recuento histórico bibliográfico de la minería en la región central de México*, México, Departamento de Historia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1994.
- 4 Modesto Bargalló, *La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial*, México, Fondo de Cultura Económica, 1955. Carlos Prieto, *La minería en el nuevo mundo*, Madrid, Ediciones de la Revista de Occidente, 1968. Miguel León Portilla, "La Minería y la metalurgia en el México Antiguo" en *Minería Mexicana*, México, Comisión de Fomento Minero, 1984, pp. 3-30.
- 5 Rubén Pesquera Velázquez, "Principales minas antiguas inactivas o parcialmente trabajando en México", en *Geomimet*, 3a. época, núm. 96, 1978, pp. 41-48, 53-60.
- 6 María Luisa Rodríguez-Sala, "Tres constructores de obras científico-técnicas de minería y metalurgia en la Nueva España del siglo XVII: Luis Berrio de Montalvo, Jerónimo de Becerra y Juan del Corro", en *Anuario de Estudios Americanos*, tomo LVII, núm. 2, 2000, pp. 631-659.
- 7 [7] Existen varias investigaciones sobre la metalurgia mesoamericana, véase por ejemplo a Scott E. Simmons y Aaron N. Shugar, "Archaeometallurgy in Ancient Mesoamerica", en Aaron N. Shugar y Scott E. Simmons (eds.), *Archaeometallurgy in Mesoamerica. Current approaches and new perspectives*, Boulder, University Press of Colorado, 2013, pp. 1-28, que enfatizan la importancia de los procesos metalúrgicos en relación con sus aspectos tecnológico, social y antropológico, pero sin atender el tema de la búsqueda o prospección de la materia prima con la que se fabricaron los objetos metálicos.
- 8 Earl J. Hamilton, *El tesoro americano y la revolución de los precios en España, 1501-1650*, Barcelona, Editorial Crítica, 2000.
- 9 José María López Piñero, *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*, Barcelona, Editorial Labor, 1979. María Portuondo, *Secret Science - Spanish Cosmography and the New World*, Chicago, The University of Chicago Press, 2009. Antonio Sánchez Martínez, "Ciencia ibérica y mundo atlántico", en *Dynamis*, vol. 31, núm. 1, 2011, pp. 245-259. Incluso, en lo referente al imaginario de los indígenas y españoles véase el segundo apartado del trabajo de Javier Martínez Villarroja, *Las estructuras antropológicas del imaginario órfico. El cetro, la cratera y el niño*, en Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, 2003, pp. 19-27.
- 10 Vannoccio Biringuccio, *The Pirotechnia of Vannoccio Biringuccio: The Classic Sixteenth-Century Treatise on Metals and Metalurgy*, New York, Dover, 2006 [1540].
- 11 Georgius Agricola, *De Re Metallica*, New York, Dover, 1950 [1556].

- 12 En Marvin Lang, "La tecnología alemana en la minería virreinal", en *Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Logroño, Universidad de la Rioja, 2002, pp. 55-63, se menciona que un grupo de técnicos alemanes llegó a Sultepec (Nueva España) en 1536 para realizar explotación minera y, de ahí difundir la actividad hacia otros lugares del continente.
- 13 Alexander Wilckens Ureta, "Carlos V 1500-1558", en *Revista Archivium*, núm. 51, 2002, pp. 247-250.
- 14 Joseph Pérez, "Carlos V y el Atlántico", en *Anuario de Estudios Atlánticos*, núm. 51, 2005, pp. 271-284.
- 15 Raquel Álvarez Peláez, "Felipe II, la Ciencia y el Nuevo Mundo", en *Revista de Indias*, vol. LIX, núm. 215, 1999, p.12.
- 16 Las relaciones geográficas solicitadas por Felipe II tuvieron su efecto modernizador hacia finales del siglo XVI, véase René Acuña, *Relaciones Geográficas del Siglo XVI*. 10 vols, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1982-1988. Peter Gerhard, *Geografía histórica de la Nueva España, 1519-1821*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1986. Enrique Delgado López, "Las Relaciones Geográficas como proyecto científico en los albores de la modernidad", en *Estudios Mesoamericanos*, Nueva época, núm. 9, julio-diciembre, 2010, pp. 97-106.
- 17 Carlos Prieto "La minería en...", p. 58.
- 18 Peter J. Bakewell, *Minería y sociedad...*, p. 9.
- 19 Carlos Prieto, *La minería en...*, p. 58.
- 20 José Luis Martínez, *Pasajeros de Indias*, México, Alianza Universidad, 1984, p. 13.
- 21 Peter Boyd-Bowman, *Índice biogeográfico de más de 56 mil pobladores de la América hispánica, 1493-1519*, tomo I, México, Fondo de Cultura Económica-Instituto de Investigaciones Históricas-Universidad Nacional Autónoma de México, 1985, p. 225.
- 22 Peter Boyd-Bowman, *Índice biogeográfico de...*, p. 362.
- 23 En otro estudio acerca de la distribución de ocupaciones y profesiones de los cultivadores de la ciencia en España, para el periodo entre 1481 y 1600, realizado por José María López Piñero *Ciencia y técnica...*, p. 49, se enlistan solamente 16 mineros, 2 ensayadores, y un orfebre, de un total de 572 biografías analizadas para ese periodo de estudio. Lo cual podría indicar que en España también había pocos prospectores de metales y lavadores de oro.
- 24 Bartolomé de Las Casas, *Historia de las Indias*, tomo I, Caracas, Biblioteca Ayacucho, 1986, p. 362.
- 25 *Ibidem*, pp. 458-459.
- 26 *Ídem*.
- 27 Enrique Semo, *Historia del capitalismo en México*, México, Editorial Era, 1991, p.114.
- 28 Francisco Morales Padrón, *Historia de España*, tomo 14, América hispana, Madrid, Editorial Gredos, 1986, pp. 131-132.
- 29 Para un ejemplo de mujeres migrantes véase Juan Francisco Maura, *Españolas de ultramar en la historia y en la literatura*, Valencia, Publicacions de la Universitat de València, 2005.
- 30 Cristobal Colón, *Los cuatro viajes testamento*, Madrid, Alianza Editorial, 2000.
- 31 Hernán Cortés, *Cartas de relación*, México, Editores Mexicanos Unidos, 1985.
- 32 Pedro Carrasco, *Estructura político-territorial del Imperio tenochca. La triple Alianza de tenochtitlan, tetzcoco y tlacopan*, México, Fondo de Cultura Económica-Colegio de México, 1996.
- 33 Siempre hubo resistencia, y no sólo al grupo mexicana, una muestra de ella es la que presenta John K. Chance, *La conquista de la Sierra. Españoles e indígenas de Oaxaca en la época de la Colonia*, México, Instituto Oaxaqueño de las Culturas-Fondo Estatal para la Cultura y las Artes-CIESAS, 1988, para una región de la Sierra Norte del estado de Oaxaca, donde zapotecos, mixes y chinantecos resistieron al control español hasta casi el último tercio del siglo XVI.
- 34 Walter Krickeberg, *Las antiguas culturas mexicanas*, México, Fondo de Cultura Económica, 2003.
- 35 Charles Gibson, *Los aztecas bajo el dominio español, 1519-1810*, México, Siglo XXI Editores, 2007.
- 36 Bernardino de Sahagún, *Historia general de las cosas de Nueva España*, México, Cien de México, tomo III, 2000.
- 37 Francisco R. Calderón, *Historia económica de la Nueva España en tiempo de los Austrias*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985.
- 38 Silvio Zavala, *La esclavitud de los indios*, México, El Colegio Nacional, 1981.
- 39 Silvio Zavala, *Estudios indianos*, México, El Colegio Nacional, 1984.
- 40 Enrique Florescano, "La formación de los trabajadores en la época colonial, 1521-1750", en Pablo González Casanova (coord.) *La clase obrera en la historia de México*, México, Siglo XXI Editores, 1996, p. 56, pp. 30-31, 54-55.
- 41 *Ídem*.
- 42 *Ídem*.
- 43 Brígida Von Mentz, *Trabajo, sujeción y libertad en el centro de la Nueva España*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social-Miguel Ángel Porrúa Grupo Editorial, 1999.
- 44 Brígida Von Mentz, *Trabajo, sujeción y...*, p. 97-98.
- 45 *Ibidem*, p. 96.
- 46 Sobre la temática de si los indígenas americanos poseían un sistema de conocimiento lo suficientemente avanzado para compararlo con el conocimiento del mundo occidental parecería que todavía hubiera debate, véase María Teresa Franco, Estela Jiménez Codinach, y María Correa Etchegaray, *Investigaciones sobre minería...* 1973. Cf. Elías Trabulse *Historia de la ciencia en México. Estudios y textos*. Siglo XVI, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Fondo de Cultura Económica, 1985. Sin embargo, existen otros especialistas que han hecho un llamado sobre la necesidad de evitar juzgar los conocimientos o formas de pensamiento de las sociedades mesoamericanas bajo un modelo de discurso antropológico típicamente occidental, véase Guy Rozat "El redentor occidental y sus fantasías técnicas", en Enrique Florescano y Virginia García Acosta (coords.) *Mestizajes tecnológicos y cambios culturales en México*, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social-Miguel Ángel Porrúa Grupo Editorial, 2004, pp. 262-310. En nuestro caso, no entramos en el debate, pero mostramos evidencias que sustentan el conocimiento sólido sobre minería y metalurgia que tenían las antiguas culturas mesoamericanas.
- 47 Modesto Bargalló, *La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial*, México, Fondo de Cultura Económica, 1955. David Pendergast, "Metal Artifacts from Amapa, Nayarit, Mexico", en *American Antiquity*, vol. 27, núm. 4, 1962, pp. 520-545. Carlos Prieto, *La minería en...* 1968. Miguel León Portilla, *La minería y la metalurgia...* 1984. Hans Roskamp y Mario Rétiz, "An Interdisciplinary Survey of a Copper-Smelting Site in West Mexico: The Case of Jicalán el Viejo, Michoacán", en Aaron N. Shugar y Scott E. Simmons (Eds.) *Archaeometallurgy in Mesoamerica. Current approaches and new perspectives*, Boulder, University Press of Colorado, 2013.
- 48 Clair C. Patterson, "Native Copper, Silver, and Gold accessible to early metallurgists", en *American Antiquity*, vol. 36, 1971, pp. 286-321. Jay W. Palmer, Mark G. Hollander, Pamela S. Z. Rogers, Timothy M. Benjamin, Clarence J. Duffy, Joseph B. Lambert, y James A. Brown, "Pre-Columbian metallurgy: technology, manufacture, and microprobe analyses of copper bells from the greater southwest", en *Archaeometry*, vol. 40, núm. 2, 1998, pp. 361-382.

- 49 Heather Lechtman, "The production of copper-arsenic alloys in central Andes: highland ores and coastal smelters?", en *Journal of Field Archaeology*, vol. 18, 1991, pp. 43-76. Anne Marie Hocquenghem y Luisa Vetter, "Las puntas y rejas prehispánicas de metal en los Andes y su continuidad hasta el presente", en *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos*, vol. 34, núm. 2, 2000, pp.141-159.
- 50 Warwick Bray, "Metallurgy and anthropology: two studies from prehispanic America", en *Boletín del Museo del Oro*, vol. 42, 1997, pp. 37-55. Richard Cooke, Luis A. Sánchez Herrera, y Diana R. Carvajal, "Los pueblos indígenas de Panamá durante el siglo XVI", en *Mesoamérica*, vol. 45, 2003, pp. 1-34.
- 51 Anónimo, "La matrícula de tributos", en *Arqueología Mexicana*, Edición Especial, México, núm. 14, 2003.
- 52 Hans Roskamp, "El Lienzo de Jucutacato. La historia sagrada de los nahuas de Jicalán, Michoacán", en *Arqueología Mexicana*, vol. XXI, núm. 23, 2013, pp. 47-54.
- 53 Ross Hassig, *Comercio, tributo y transportes. La economía política del Valle de México en el siglo XVI*, México, Alianza Editorial Mexicana, 1990.
- 54 María Teresa Franco, Estela G. Jiménez Codinach, y María L. Correa Etchegaray, *Investigaciones sobre minería... 1973*.
- 55 Hans Roskamp y Mario Rétiz, "Jicalán el Viejo, Michoacán: una prospección arqueológica e histórica (resultados primera fase)", en José A. Oliveros Morales (Ed.) *Raíces culturales en la historia de la Tierra Caliente michoacana*, El Colegio de Michoacán, Zamora, México, 2011, pp.167-206.
- 56 Hans Roskamp, *El Lienzo de Jucutacato...*, 2013.
- 57 Benedict J. Warren, "Informe del Lic. Vasco de Quiroga sobre el cobre de Michoacán, 1533", en *Anales del Museo Michoacano*, Tercera época, Morelia, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1989, pp. 30-52.
- 58 Benedict J. Warren, *La conquista de Michoacán, 1521-1530*. FIMAX Publicistas, Morelia, México, 1977, pp. 248-249, y 275. Hans Roskamp, "Las matrículas de tributos de Cutzio y Huetamo, Michoacán, siglo XVI", en Janet Long Towell y Amalia Attolini Lecón (Coords.) *Caminos y mercados de México*, México, Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2009, p. 227.
- 59 Miguel León Portilla, *La Minería en...*, 1978. Miguel León Portilla, *La Minería y la metalurgia...*, 1984. Miguel León Portilla, *Oro y plata...*, 1997.
- 60 Miguel León Portilla, *La Minería en...* 1978, pp. 18-19.
- 61 *Ibidem*, p. 19.
- 62 Walter Krickeberg, *Las antiguas culturas mexicanas*, México, Fondo de Cultura Económica, 2003.
- 63 Adolphus Langenscheidt, "Bosquejo de la minería prehispánica de México", en *Revista Quipu*, vol. 2, núm.1, 1985, pp.37-57. Adolphus Langenscheidt, "La minería en el área Mesoamericana", en *Arqueología Mexicana*, vol. 5, núm. 27, 1997, pp. 6-15.
- 64 Adolphus Langenscheidt, "Las minas y la minería prehispánicas", en Margarita Velasco Mireles (coord.), *La Sierra Gorda, documentos para su historia*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica núm. 340, 1997, pp. 409-41
- 65 José Luis Carrasco, "Trabajos y excavaciones arqueológicas y material recuperado", en Margarita Velasco Mireles (coord.), *La Sierra Gorda, documentos para su historia*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica núm. 340, 1997, pp. 415-502.
- 66 Phil Weigand, "The mines and mining techniques of the Chalchihuites Culture", en *American Antiquity*, vol. 33, núm. 1, 1968, pp. 45-61. Vincent Shrivastava, "La minería prehispánica de chalchihuites", en *Arqueología Mexicana*, vol.1, núm. 6, 1994, pp. 48-51. Fiorella Fenoglio Limón, *Minería en la cultura chalchihuites*, México, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica núm. 571, 2011. Dora M. de Grinberg, "Tecnologías metalúrgicas tarascas", en *Revista Ciencia y Desarrollo*, vol. 15, núm. 89, 1989, pp. 37-52. Dora M. de Grinberg, "¿Qué sabían de fundición los antiguos habitantes de Mesoamérica? Parte I", en *Ingenierías*, vol. 7, núm. 22, 2004, pp. 64-70. Luis Torres y Francisca Franco, "La metalurgia tarasca. Producción y uso de metales en Mesoamérica", en Sonia Lombardo y Enrique Nalda (coords.), *Temas Mesoamericanos*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1996. Blanca Maldonado, "Mining and metallurgy, and the evidence for their development in West Mexico", en Aaron N. Shugar y Scott E. Simmons (Eds.) *Archaeometallurgy in Mesoamerica. Current approaches and new perspectives*, Boulder, University Press of Colorado, 2013, pp. 51-75.
- 67 No sólo de México también de Sudamérica, de donde se supone llegó el conocimiento metalúrgico al occidente mexicano, véase Dorothy Hosler, "West Mexican Metallurgy: revisited and revised", en *Journal of World Prehistory*, vol. 22, núm. 3, 2009, pp. 185-212.
- 68 Pedro Rodolfo Hendrichs, "Datos sobre la técnica minera prehispánica", en *El México Antiguo*, tomo 5, México, Sociedad Alemana Mexicanista, 1941-1944, pp. 148-160, 179-194 y 311-328. Lawrence Anderson, *La platería en México*, México, Editorial Porrúa, 1956. Humberto Besso-Oberto, "Mina prehispánica de Tecozahuatl", en *Arqueología y etnohistoria del Estado de Guerrero*, México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1986, pp. 345-350. Dorothy Hosler, "La tecnología de la metalurgia sagrada del Occidente de México", en *Arqueología Mexicana*, vol. 5, núm. 27, 1997, pp. 34-41. Dorothy Hosler y Andrew Macfarlane, "Copper sources, metal production and metal trades in Late Postclassic Mesoamerica", en *Science*, núm. 273, 1996, pp. 1819-1824. Marco A. Ríos Palma, "La metalurgia: tecnología ancestral en Mesoamérica", en Ilse A. Álvarez Palma, Sandra G. Pichardo Arellano, y César Salazar Velázquez (eds.) *Ciencia y tecnología. Apuntes para su reflexión en la historia de México*, México, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, A.C., 2012, pp. 11-18. Hans Roskamp y Mario Rétiz, "An Interdisciplinary Survey of a Copper-Smelting Site in West Mexico: The Case of Jicalán el Viejo, Michoacán", en Aaron N. Shugar y Scott E. Simmons (Eds.) *Archaeometallurgy in Mesoamerica. Current approaches and new perspectives*, Boulder, University Press of Colorado, 2013, pp. 29-50.
- 69 Pamela H. Smith, *The body of the artisan. Art and experience in the scientific revolution*, Chicago, The University of Chicago Press, 2004, p. 6.
- 70 Mauricio Nieto Olarte, *Remedios para el imperio: historia natural y la apropiación del nuevo mundo*, Bogotá, Departamento de Historia, Universidad de los Andes, 2006. Juan Pimentel, "The Iberian Vision: science and empire in the framework of the universal monarchy, 1500- 1800", en *Osiris*, vol. 15, 2000, pp. 17-30.
- 71 Lorraine Daston, y Elizabeth Lunbeck, *Histories of scientific observation*. Chicago, The University of Chicago Press, 2011
- 72 Bernardino de Sahagún, *Historia general...*, 2000. Martín de la Cruz, *Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis. Manuscrito azteca de 1552*, vol. I y II, traducción latina de Juan Badiano, México, Fondo de Cultura Económica-Instituto Mexicano del Seguro Social, 1991. Hernán Cortés, *Cartas de relación...* 1985. Varios autores, "Animales en el México Prehispánico", en *Imagen Veterinaria*, vol.3, núm. 4, octubre-diciembre, 2003. Jesús Galindo Trejo, "La Astronomía prehispánica en México", en *Lajas Celestes: Astronomía e Historia en Chapultepec*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes-Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, 2003, pp. 15-77. Anthony Aveni, *Skywatchers*, Revised and updated version, Austin, University of Texas Press Austin, 2001.
- 73 Existen numerosas publicaciones sobre este tema, para un ejemplo general de ellas véase autores varios, "Rocas y minerales del México antiguo", en *Arqueología Mexicana*, número 27, septiembre-octubre, 1997.
- 74 Cabe señalar que no sería necesario que existieran abundantes concentraciones, pues en cierta perspectiva, el interés que los indígenas americanos tenían por los metales y minerales no era un interés económico, como lo fue para los españoles novohispanos.
- 75 Douglas G.A. Whitten, y John R.V. Brooks, *A dictionary of Geology*, England, Penguin Books, 1975.
- 76 Michael Allaby, *Oxford Dictionary of Earth Sciences*, Oxford, Oxford University Press, 2008
- 77 Yacimiento mineral es también conocido actualmente con el sinónimo de yacimiento económico.

- 78 Vladimir I. Smirnov, *Geología de yacimientos minerales*, Moscú, Editorial Mir, 1982. John M. Guilbert, y Charles F. Park, *The Geology of Ore Deposits*, Long Grove, Waveland Press, 2007.
- 79 Michael Allaby, *Oxford Dictionary of Earth...*, 2008.
- 80 Douglas G.A. Whitten, y John R.V. Brooks, *A dictionary of Geology...*, 1975.
- 81 Los minerales se pueden clasificar o agrupar de acuerdo a su composición química. En general, los minerales formadores de menas son los óxidos, hidróxidos, sulfuros, carbonatos y, desde luego, metales nativos y aleaciones naturales, véase Cornelis Klein, y Cornelius S. Hurlbut, *Manual of Mineralogy*, New York, John Wiley & Sons, 1993.



**Disponible en:**

<https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/787/7874982004/7874982004.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe,  
España y Portugal  
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la  
naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

Oscar Hugo Jiménez Salas

**Sobre el origen americano de los descubridores de metales en la primera mitad del siglo XVI novohispano**

*Saberes. Revista de historia de las ciencias y las humanidades*  
vol. 1, núm. 2, p. 39 - 71, 2017

Historiadores de las Ciencias y las Humanidades, A.C.,  
México

[contacto@saberesrevista.org](mailto:contacto@saberesrevista.org)

**ISSN-E:** 2448-9166