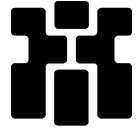




Disponible en [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

## Estudios de Historia Novohispana

[www.historicas.unam.mx/publicaciones/revistas/novohispana/novohispana.html](http://www.historicas.unam.mx/publicaciones/revistas/novohispana/novohispana.html)



INSTITUTO  
DE INVESTIGACIONES  
HISTÓRICAS

### Artículo

# El perpetuo engendrarse de la plata. Libros y experiencia en el saber minero del Nuevo Mundo (siglo xvii)



*The perpetual begetting of silver. Books and experience in the mining knowledge of the New World (17th century)*

Elisa Silvana Palomares Torres

*Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México*

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 1 de junio de 2016

Aceptado el 4 de abril de 2017

#### Palabras clave:

Libros

Saber minero

Cultura libresca

Experiencia

Alquimia

Circulación de conocimiento

### R E S U M E N

A partir del estudio de dos tratados minero-metalúrgicos iberoamericanos del siglo xvii descubriremos el papel que tuvieron los libros impresos en la reorganización, sistematización y fundamentación del saber minero-artesanal. Este último experimentó una transformación discreta pero de amplio alcance en el campo libresco que desembocó en la constitución de un saber moderno, acorde con los esquemas de la nueva Filosofía Natural y que, durante el siglo xviii, generó la emergencia de las disciplinas afines a la Química. Asimismo, analizaremos los nuevos roles que asumieron la experiencia y el saber libresco en los tratados minero-metalúrgicos artesanales como una fórmula nueva que reivindicó algunos aspectos de la filosofía alquimista pero que fue interpelada a la luz de las exigencias del imperio español y la propia producción de impresos durante la modernidad temprana.

© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Correo electrónico: [elisasilvanap@gmail.com](mailto:elisasilvanap@gmail.com)

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ehn.2017.04.001>

1870-9060/© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## A B S T R A C T

---

**Keywords:**

Books  
Mining knowledge  
Bookish culture  
Experience  
Alchemy  
Circulation of knowledge

From the study of two Ibero-American mining and metallurgical treatises of the 17th century, we will discover the role that printed books had in the reorganization, systematization and foundation of artisanal mining knowledge. This knowledge experienced a discrete transformation, but its broad scope in the book field led to the establishment of a modern wisdom in accordance with the schemes of the new Natural Philosophy that, during the eighteenth century, generated the emergence of the disciplines related to Chemistry. Also, we will analyze the new roles that the experience and the book learning assumed in the artisanal mining-metallurgical treatises as a new formula that claimed some aspects of the alchemical philosophy, but that was challenged in the light of the demands of the Spanish Empire and the own production of printed materials during early modernity.

© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas. This is an open access article under the

CC BY-NC-ND license

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

---

*Muchos con el vulgo, por ahorrarse dificultosos discursos dicen, que desde el principio del mundo crió Dios los metales de la manera que estén hoy y se hallan en sus vetas. Agravio hacen a la naturaleza negándole sin fundamento en esto la virtud productiva que tiene en las demás cosas sublunares. Lo propio juzgan muchos que sucede en este rico cerro de Potosí, y por lo menos vemos todos, que las piedras que años antes se dejaban dentro de las minas porque no tenían plata, se sacaban después con ella, tan continua y abundantemente, que no se puede atribuir sino al perpetuo engendrarse de la plata.*

Barba, *Arte de los metales*. Libro I. Cap. III.

### Introducción: Ciencia barroca, ciencia imperial

¿Qué papel desempeñaron los libros impresos en la modernización del saber minero-metalúrgico colonial durante el siglo barroco? A partir de la inquietud por entender el rol que tuvieron las obras impresas en la generación, difusión y legitimación del conocimiento minero-metalúrgico, analizaremos en el presente artículo dos tratados del siglo XVII que serán nuestra guía para mostrar el tránsito del saber práctico al teórico y los mecanismos de validación y demostración del conocimiento en el marco de la ciencia moderna iberoamericana. En este recorrido, evidenciaremos el desarrollo de la minería colonial, basada fundamentalmente en la experiencia local, pero con aspiraciones universales y cuya autoridad intelectual se sustentó en buena medida en los textos y en el conocimiento libresco. Con ello, pretendemos mostrar un momento clave en la historia de la literatura artesanal que incursionó en la cultura impresa durante la modernidad temprana y contribuyó de manera importante a la transformación del conocimiento sobre la naturaleza. Los tratados que analizaremos aquí son *Arte de los metales* (Madrid: 1637) de Álvaro Alonso Barba y el *Informe del nuevo beneficio* (México: 1643) de Luis Berrio de Montalvo. Para cumplir nuestro objetivo, primero expondremos de manera genérica las características de las obras de ambos autores. Luego llevaremos a cabo una lectura comparada en la segunda parte del artículo sobre algunos aspectos de la experimentación y la cultura libresca que fueron esenciales en la transformación del saber minero a través de los libros.

Evidentemente, el estudio de ambos tratados también responde a una concepción diferente del libro como instrumento de consolidación de la ciencia moderna y referente ineludible de su cultura

material que hasta hace pocas décadas se ha comenzado a estudiar<sup>1</sup>. En nuestra opinión, el libro no solo constituyó una herramienta de difusión del conocimiento, sino que fue un elemento activo en la generación y sistematización del saber práctico, en el presente caso, del saber minero artesanal. Desde su materialidad (tamaño y forma) hasta su difusión y contenido, el libro se convirtió en un lugar donde se forjó parte del conocimiento minero durante el siglo xvii, y aunque no figuró como instrumento de enseñanza para la mayoría de los mineros prácticos que carecieron de acceso a la literatura artesanal, contribuyó a la consolidación de una autoridad intelectual dentro de su campo del saber que dio potestad a un grupo de expertos para hablar en nombre de los metales.

### Las diferentes lecturas sobre los metales

En la historiografía tradicional de la ciencia, el siglo xvii en Occidente fue un siglo caracterizado por la complejidad y por la transformación de distintos ámbitos del conocimiento, aunque es cierto que no siempre se mencionan todas las caras de esa transformación<sup>2</sup>. En el caso del imperio español, visto desde fuera, fue un siglo marcado por el estigma, por el triunfo de la Contrarreforma, por la creciente decadencia del extenso imperio que se había construido tan solo un siglo atrás y por el inicio de la llamada leyenda negra de España. Sin embargo, el siglo xvii español e iberoamericano fue mucho más que eso, fue un siglo que marcó cambios importantes dentro de la cultura metropolitana y regional, y no solo en el ámbito erudito, eclesiástico o artístico, sino en determinados ámbitos de la ciencia y las artes útiles<sup>3</sup>.

A raíz de la revalorización de las ciencias iberoamericanas, se ha destacado el desarrollo de formas de estudiar y pensar la naturaleza que estuvieron ligadas a un profundo interés religioso, a la pertenencia a un estamento social y a los intereses prácticos que generó la propia administración del imperio<sup>4</sup>. Todo ello en conjunto dio paso a lo que Juan Pimentel ha llamado con toda propiedad "ciencia barroca"<sup>5</sup> y que encierra el sentir de una época de cambio y gestación de una cultura científica propia<sup>6</sup>. Dicha idea será nuestro punto de partida para entender un proceso discreto de transformación del saber artesanal que tuvo consecuencias extraordinarias en la emergencia de disciplinas científicas tan centrales como la Medicina o las ciencias químicas.

Sin duda, las obras de medicina, de farmacopea, de construcción de máquinas y de minería del xvii iberoamericano muestran una singularidad en el estudio de la naturaleza, marcada por el ordenamiento, la justificación teórica, la retórica y el interés pragmático imperial. Esto, en su conjunto, nos lleva a pensar en las posibilidades de estudio de los libros de ciencia barroca como espacios de construcción del saber, cuestión marginal dentro de la historiografía de las ciencias hasta hace poco. Sin embargo, nuestro ensayo se consagrará únicamente a los libros impresos, aunque no perdemos de vista la importancia de los libros manuscritos durante el siglo xvii y todavía durante el xviii que circularon ampliamente entre los círculos eruditos<sup>7</sup>.

Ahora bien, ¿cómo se han estudiado los tratados mineros en Iberoamérica y particularmente en México? Desde el punto de vista de la historia de las ciencias, los estudios sobre minería durante el periodo barroco siguen siendo pocos y más para el caso de Nueva España, pues la mayoría de la historiografía se ha enfocado al siglo xviii, momento de su mayor esplendor que culminó con la creación del Real Seminario de Minería en 1792<sup>8</sup>. Este abandono parcial de las fuentes anteriores al último tercio del siglo de las luces ha entorpecido nuestra visión sobre el periodo precedente, considerado como una época de 'personajes excepcionales', sin advertir otros procesos coyunturales en la creación del saber.

<sup>1</sup> Para mayor información véase Smith y Schmidt (2008, pp. 10-12).

<sup>2</sup> Véase Shapin, 2000, donde se muestra ampliamente este cambio en la producción del conocimiento durante el siglo xvii.

<sup>3</sup> Véase Trabulse (1984, pp. 9-14) y Achim (2012, pp. 9-33).

<sup>4</sup> Véase Marcaida y Pimentel (2011, pp. 99-115).

<sup>5</sup> Véase Pimentel y Marcaida (2008, pp. 136-151).

<sup>6</sup> Elías Trabulse en su libro *El círculo roto* tres décadas atrás también muestra las características de la ciencia barroca a partir de una serie de ejemplos de científicos novohispanos del siglo xvii, matemáticos, astrónomos, técnicos letrados, etc.

<sup>7</sup> González (2015, pp. 3-5).

<sup>8</sup> Investigaciones como la de Patricia Aceves, José Joaquín Izquierdo, José Alfredo Uribe Salas, entre otros, son claro ejemplo de la importancia que ha tenido el Real Seminario en la Historia de las Ciencias Químicas en nuestro país.

La historiografía temprana de la Química consideró precisamente la minería como tema medular. Por ejemplo, Modesto Bargalló (1894-1981), estudioso de origen español y refugiado de la Guerra civil en México, dedicó buena parte de sus desvelos al estudio de la historia de la minería en América y su obra se sigue considerando piedra angular en las pesquisas sobre el tema. Su libro *La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial* (1955)<sup>9</sup> constituye un trabajo muy completo que refiere tanto las distintas técnicas usadas en el beneficio de minerales en el continente como las diversas fuentes escritas con las que contamos para su estudio, aunque el interés de Bargalló era más enciclopédico que analítico.

Otro autor que hizo aportes interesantes y contribuyó al rescate de fuentes de la época fue Elías Trabulse, químico de origen y después historiador, quien publicó *Historia de la Ciencia en México, El círculo roto*, entre muchos otros ensayos, donde no solo mostró la existencia de fuentes poco estudiadas sobre ciencia, sino la presencia de una actividad científica prolífica desde la colonia y hasta los umbrales del siglo xx. Para el caso de la minería, cabe destacar los numerosos textos que Trabulse sacó a la luz y el extenso panorama de saberes mineros que se dio desde la conquista española. En el mismo tenor, Manuel Castillo Martos realizó numerosos estudios sobre minería colonial que ayudaron a redimensionar la importancia de esta industria como tema de la historia de la ciencia y la tecnología. Sus libros *Bartolomé de Medina y el siglo XVI* y *Grandes figuras de la minería y la metalurgia virreinal* constituyen ejemplos del rescate documental y del intento por valorar las aportaciones de la minería española a nivel mundial.

En los últimos veinte años ha surgido un mayor interés por la historia de la Química en el mundo español y especialmente durante el siglo barroco. Trabajos como los de Mar Rey Bueno<sup>10</sup> sobre espágoricos en España y los de Carmen Salazar-Soler<sup>11</sup> sobre mineros en el Alto Perú expresan un cambio significativo en la manera de estudiar las fuentes alquímicas, antaño consideradas como 'prehistoria' de la Química. Sobre todo vale la pena destacar el hecho de que estas autoras lograron exhibir tanto la complejidad del conocimiento alquímico como la singular comunión que se dio entre un sentido práctico del mundo y la honda devoción religiosa.

Al día de hoy, y desde el punto de vista de la historiografía de las ciencias, la historia de la minería en nuestro país, y quizás en el continente, tiene muchos capítulos por escribir. Las escasas investigaciones sobre las fuentes con las que contamos muestran un cierto estancamiento vinculado, en parte, a la tesis que expusimos arriba sobre la creencia en el escaso desarrollo científico del imperio español durante el siglo xvii. Otra causa sin duda ha sido el exiguo interés por parte de historiadores de las ciencias químicas en el continente en reinterpretar las fuentes científicas barrocas. De este modo, ante las distintas dicotomías sobre revolución científica y cultura barroca, teoría y práctica, libros y taller, nos pareció interesante replantear la lectura de estos dos tratados de minería, el *Arte de los metales* y el *Informe del nuevo beneficio* que ayuden a entender parte del proceso de transformación del saber a través de los libros.

### **El Arte de los metales y el descubrimiento de la naturaleza americana a través de los libros**

El *Arte de los metales* fue resultado de una larga práctica minera que duró alrededor de veinte años. Juan Lizarazu, oidor de la Real Audiencia de la Plata pidió al cura Álvaro Alonso Barba en 1617 que escribiera un libro sobre las técnicas mineras desarrolladas en la región del Alto Perú<sup>12</sup>. Barba llegó al Nuevo Mundo antes de 1590, año en el que aparece como párroco de Tarabuco (actual Bolivia) además de haber fungido como predicador en varios poblados de la región como Charcas: Tiaguanaco, Yotola, Lipes y Potosí, algunos de los cuales eran mineros. Sin embargo, no fue hasta 1637 que Barba envió el manuscrito listo para la imprenta, precisamente cuando era párroco de la ciudad minera de Potosí<sup>13</sup>. Durante ese largo periodo, como el propio autor lo declara, el plan original de la obra fue modificado

<sup>9</sup> Bargalló (1955).

<sup>10</sup> Véase Rey Bueno (2002a).

<sup>11</sup> Véase Salazar-Soler (2009, pp. 83-94 y 2001, pp. 475-499).

<sup>12</sup> Carracido, "Álvaro Alonso Barba"; Carracido (1911, p. 355).

<sup>13</sup> Carracido (1911, pp. 356-357).

y replanteado más de una vez, pues extendió su propósito específico de dar a conocer los métodos de beneficio por amalgamación a convertirlo en un tratado.

La licencia para la publicación del *Arte de los metales* fue dada en San Lorenzo el Real el 27 de octubre de 1639 y se imprimió en Madrid en la Imprenta del Reino en el año de 1640 en 4.º y 120 folios<sup>14</sup>. Estos datos resultan significativos porque muestran el apremio de la Corona y el gobierno virreinal en producir obras sobre ciertos temas científicos o de filosofía natural que redituarian a mediano plazo en las arcas reales. Pero el éxito de la obra de Barba no solo se debe al auspicio de la Corona, sino al interés en el mundo iberoamericano y europeo por la minería. Recordemos que la época mercantilista se hallaba en pleno auge y la obtención de metales preciosos era un rubro que encabezaba la lista de prioridades de los Estados monárquicos.

Barba fue un personaje de un perfil intelectual interesante que puso su conocimiento al servicio de la Corona. Nació en la Villa de Lepe (Huelva, España) en 1569 y de acuerdo con José María Barnadas, biógrafo del metalurgista, estuvo "matriculado en un primer curso de Artes en el Colegio Mayor de Santa María de Jesús en Sevilla, para el curso 1585-1586"<sup>15</sup>. Además sabemos que era Licenciado en Teología como aparece en la portada de su *Arte de los metales*, y como mencionamos arriba, fue párroco de distintas parroquias del Alto Perú. Su obra cúlpe fue *Arte de los metales*, aunque también redactó un panfleto titulado *Papel que dirigió al inquisidor general sobre el beneficio de las minas* (1661) donde examinaba la situación minera de la metrópoli. Desde 1657, Barba regresó a España donde pasó sus últimos años de vida practicando sus descubrimientos en los yacimientos de Niebla, Huelva. Murió en Triana, Sevilla el 25 de octubre de 1662<sup>16</sup>.

Sin duda, Barba fue un hombre instruido y con clara vocación humanista, pero también fue un hombre de mucha experiencia en el beneficio de metales de la región del Alto Perú. Su educación en Sevilla fue un momento de inflexión importante como primer contacto con la cultura renacentista y su extensa gama de autores clásicos y contemporáneos. Pero al mismo tiempo, fue lector asiduo de obras alquímicas, de textos medievales que poseyeran información sobre metales y tuvo noticia de trabajos de otros metalúrgicos americanos como Bartolomé de Medina y de reportes dados por naturalistas o cronistas como Joseph de Acosta. Luego, Barba usó todo ese bagaje como plataforma para comprender el mundo minero americano y a partir de ahí generar conocimiento nuevo. Por ejemplo, toda la reflexión que el autor llevó a cabo sobre la composición metálica pertenecía a la tradición de artesanos letrados renacentistas como Georg Bauer (Agrícola), pero su libro fue enriquecido con la experiencia minera americana, inédita para el público europeo.

El *Arte de los metales* tiene un lugar especial en la historiografía de las ciencias regional por la descripción de la técnica de beneficio que el autor desarrolló en las minas potosinas conocida como 'método de cazo y cocimiento'. De igual manera que el método de patio, la técnica de Barba empleaba azogue, pero añadía calor y el uso de cazos de cobre para acelerar el proceso de amalgamación. Su método fue retomado por muchos mineros e intelectuales de épocas posteriores como el Barón de Born y Alexander von Humboldt más de un siglo después, durante su expedición a la América española. Sin embargo, se ha destacado poco el esfuerzo de este cura por exponer y sistematizar parte del conocimiento minero regional en una obra escrita, con todo lo que implicaba plasmar conocimiento empírico y gremial en un instrumento de la cultura letrada. De hecho, desde el proemio Barba pondera la escritura de libros de minería como una tarea esencial para el desarrollo de la actividad minera y su correspondiente campo del saber:

No dudo que seran de prouechosas las aduertencias que en él publico, y por lo menos siendo el primero que escribo de materias tan importantes, demas del exemplo que doy para que se animen otros que alcancen mas, pongo cimientos sobre que leuanten mas auentajados discursos. Aunque propuse al principio tratar solamente del beneficio de açogue, juzgué despues por

<sup>14</sup> La primera edición está disponible en versión digital en la BNE. Y existen algunos ejemplares en la Biblioteca del Palacio Real en Madrid.

<sup>15</sup> Barnadas (1988, pp.730-731).

<sup>16</sup> Barnadas (1988, pp.730-731).

necesario el no dexar lo que toca a la fundicion, y por conueniente el çanjar los fundamentos del arte de los metales, con dar alguna noticia de las cosas minerales que con ellos se crian. . .<sup>17</sup>

Es notable el papel que Barba le otorgó a los libros como llave para el desarrollo de la minería ultramarina. En primera instancia, Barba vio su obra como basamento para la escritura de futuros tratados sobre materia metálica que darían continuidad a su proyecto de ordenación. Por otra parte, el autor vislumbró el alcance de su libro, que partió de un propósito muy específico, que fue la descripción del método de 'cazo y cocimiento' y culminó con la de otros métodos de purificación, además de la exposición de la metalogénesis o teoría sobre la formación de los metales que considero importante 'dar noticia'. Si bien Barba no habla de su obra como un fundamento para el campo minero, sí reconoce la importancia del registro de su experiencia y la posibilidad de difundir ese conocimiento mediante la escritura de libros y no solo de manera presencial. Esta idea ya aparecía en la obra de Agrícola y contribuyó a legitimar el saber artesanal desde la escritura.

Ahora veamos con mayor detalle la composición del *Arte de los metales*. La obra consta de cinco libros. En el primero titulado "En que se trata del modo en que se engendran [los metales] y cosas que los acompañan", Barba expone las ideas genéricas sobre los minerales, sus cualidades y origen. Lleva a cabo una descripción exhaustiva de las entidades que habitan 'las entrañas de la tierra' que incluye todo tipo de piedras, jugos subterráneos, diferentes clases de melazas, tierras y sales, así como los distintos minerales que clasifica según su pureza. Al final de este libro, el autor señala la formación de algunos géneros de metales y piedras preciosas y contiene amplias referencias a los yacimientos minerales del Alto Perú, así como indicaciones prácticas para su explotación. También dedica algunos capítulos a dar consejos sobre la búsqueda, disposición y características de las vetas.

Este primer libro es extenso, denso en información y con mucha erudición sobre el mundo mineral. Si bien, constituye el libro con mayor contenido teórico porque habla de nociones generales pero indispensables para la minería, hay en el texto una manera distintiva de relatar las cosas. Barba desarrolla un estilo narrativo que pone acento en la descripción de la experiencia directa y sensorial que en su opinión habría de constituir el núcleo duro del conocimiento minero-metalúrgico. Más adelante veremos qué repercusiones tuvo esta narrativa en los esquemas de la ciencia moderna, por ahora nos gustaría señalar las particularidades de este primer libro en torno a las reflexiones que el autor llevó a cabo sobre el mundo subterráneo y que expresó el desarrollo de la filosofía natural alquímica del siglo XVII.

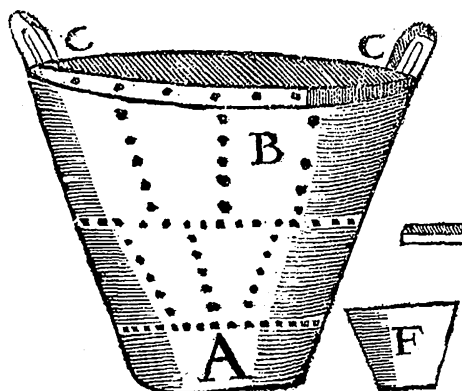
Por ejemplo, Barba distinguió los distintos tipos de *mixtos* o compuestos que existían en la naturaleza y que redundarían en sus ideas sobre la composición metálica. La distinción entre mixtos duros y blandos, terrosos o pedregosos, jugosos o secos fue esencial para explicar la formación de las vetas como resultado de las diferentes mezclas de mixtos en contextos específicos; la comprensión de dicho proceso exigía de mucha lucidez mental y maestría para llegar a entenderlos: "El que profesa el arte de los metales no juzgue por escusada diligencia ninguna que pueda ocasionarle su mayor conocimiento"<sup>18</sup>.

En tanto, el libro II trata del "Modo común de beneficiar los [metales] de plata por azogue, con nuevas advertencias para ello" donde el autor intenta poner al día el repertorio de recetas y secretos del arte a la luz de la experiencia de los mineros de la región de Charcas o Alto Perú. Aunque se trató de un libro genérico sobre minería, el autor siempre intentó aportar credibilidad y certeza a sus exposiciones mediante la comparación de la evidencia con la literatura clásica o con otras experiencias. Por otra parte, Barba destacó la importancia del conocimiento práctico-teórico sobre los minerales en el ejercicio del ensayista, dejando vislumbrar la disputa creciente entre mineros practicantes y mineros letrados que competían por determinar su supremacía como gestores del conocimiento minero-metalúrgico como se observa en la siguiente cita:

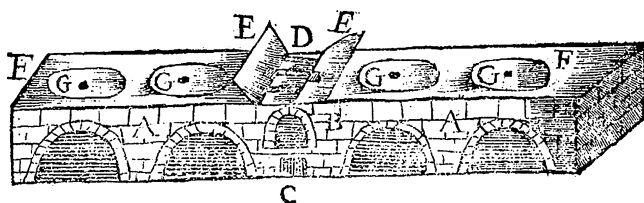
El primero y fundamento de los demas es a mi ver, que el magisterio del beneficio de metales lo trate quien lo entienda y no sin autoridad y licencia publica, precediendo examen para

<sup>17</sup> Para las citas directas he respetado la ortografía del autor y solo he modernizado puntuación, mayúsculas y 's' largas con el objetivo de dar mayor claridad a la lectura. Las abreviaturas están resueltas en cursivas. Barba (1640, p. 6).

<sup>18</sup> Barba (1640, fol. 3-recto).



**Figura 1.** Ilustración del *Arte de los metales*, Libro III, donde se muestra: fondo de un cazo (A); caldera de piezas (B); asas (c); paño de que se hacían las calderas (F), etc.



**Figura 2.** Hornos del *Arte de los metales* de Barba, Libro III, folio 64-recto.

ello, pues sin esto no pueden usarse oficios cuyos hierros son sin comparacion de muy menor importancia.<sup>19</sup>

Visto de manera independiente, el segundo libro del *Arte* constituye un manual técnico muy conspicuo sobre los secretos del beneficio de metales inspirado en la práctica minera del Alto Perú. El recetario de secretos contiene algunos apartados que señalan los procesos para moler y separar metales, hacer quemas de minerales según sus características además de ofrecer aclaraciones de estos procedimientos que requerían de una práctica permanente. En resumen, lo que Barba hizo en este libro fue un recuento de la experiencia acumulada sobre los secretos de la minería occidental y andina<sup>20</sup>.

En el libro III “Se trata del beneficio de los [metales] de oro, plata y cobre por cocimiento” y está compuesto por dieciséis capítulos donde Barba describe el ‘método de cazo y cocimiento’ que aseguró haber inventado en los yacimientos potosinos. Por obvias razones, este libro ha sido el más estudiado y citado por los historiadores de la minería. Aquí, Barba insistió en la importancia de hacer público el conocimiento nuevo como lo hizo en su segundo libro. Y no solo lo señaló a nivel discursivo, sino que lo mostró con la extensa exposición de secretos para elaborar instrumental minero, habitualmente aprendidos de manera presencial y empírica. Por ejemplo, Barba relató las características de los diferentes cazos, hornos y utensilios que eran fabricados en la región de Charcas y que también formaron parte del arsenal de innovaciones tecnológicas que se dieron de este lado del Atlántico a partir de experiencias locales. A estas descripciones hay que añadir la presencia de ilustraciones que daban una idea exacta de lo que estaba referido en el texto y dan cuenta de la mayor apertura que se estaba dando en el conocimiento minero al mostrar abiertamente los secretos del gremio (figs. 1–3)

Por su parte, el libro IV versa sobre el “Beneficio de todos [los metales] por fundición”. Consta de veintidós capítulos y constituye un manual técnico donde se describen los diferentes tipos de

<sup>19</sup> Barba (1640, fol. 38-recto).

<sup>20</sup> Eamon (1994, pp. 38-70).

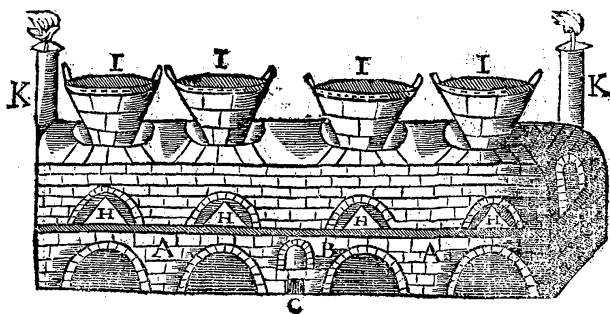


Figura 3. Hornos del *Arte de los metales* de Barba, Libro III, folio 64-recto.

hornos y cómo eran utilizados en la purificación metálica. En este punto del libro, Barba refleja la importancia del control de fuego en la ejecución y éxito del beneficio de los metales. Ello no fue casual. Dentro de la tradición alquímica, buena cantidad de tinta se gastó a la reflexión sobre las técnicas para utilizar el fuego que, en casi todos los procedimientos del arte, era el catalizador para la transformación de la materia<sup>21</sup>. El empleo del fuego implicaba un profundo saber empírico que desembocaba en el desarrollo de habilidades técnicas muy específicas de las que había que dar cuenta en la literatura.

Sin embargo, el libro IV no constituyó solo un catálogo de instrumentos, sino sobre todo hallamos explicaciones detalladas de los usos específicos que se les daba a esos objetos y por qué se construían así. De tal modo, el autor describió una diversidad de hornos en función de las características de las menas extraídas. Hallamos descripciones de hornillos para fundir harinas o piedras, para fundir con leña o con carbón y para apartar o refinar metales. Más adelante, se relatan las pruebas de purificación en muestras minerales, es decir, ensayos que denotan el grado de especialización que había alcanzado la minería de la época y apuntan el reto por reglamentar de alguna manera la diversidad de prácticas de ensayo que existían en los reales mineros.

Al final del libro, Barba habló sobre los diferentes tipos de fundición. Describió la fundición con hornos de reverbero para metales 'soroques', abundantes en la zona de Charcas, pero también dedicó varias páginas a la fundición por 'baño' y con hornos castellanos que constituían métodos tradicionales de purificación. En los últimos dos apartados, el autor integró la fundición de hierro y el beneficio de cinabrio que, dadas las características de ambos metales, requerían de mayores especificaciones para alcanzar con éxito la purificación.

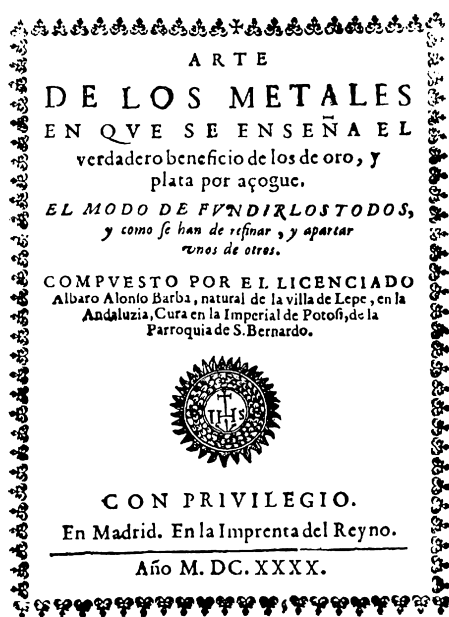
El libro V, titulado "En que se enseña el modo de refinarlos y apartarlos unos de otros" consta de catorce capítulos dedicados a la refinación de los metales, es decir, a la descripción del último paso de la purificación, que definía la calidad y ley de los metales procesados. Aquí, Barba se ocupó del modo de preparar la 'cendrada' que no era otra cosa que una mezcla de cenizas terrosas o de osamentas que ayudaban a la separación de los metales del resto de 'melazas' que los acompañaban. También relató cómo se acondicionaban los hornos de reverbero para este último procedimiento y explicó la refinación del oro y la plata con algunas variantes del proceso tradicional como la técnica con agua fuerte o antimonio. Asimismo, el cura propuso un ensayo para averiguar la presencia de oro en menas de plata y de otros modos para apartar el 'cimientio'. Como se pudo apreciar, el contenido técnico y experimental es la nota característica del último libro del *Arte*.

Una conclusión anticipada a este primer análisis, es que en el *Arte de los metales* subyace una lectura técnica y experimental enriquecida con notas reflexivas que muestran la nueva narrativa que se pretendió dar al conjunto de saberes provenientes del taller<sup>22</sup> (fig. 4).

<sup>21</sup> Newman y Principe (2005, p.35).

<sup>22</sup> Eamon (1994, p. 27).





**Figura 4.** Portada de *Arte de los metales* de Alonso Barba en su primera edición. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81lvaro\\_Alonso\\_Barba#/media/File:Barba1.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81lvaro_Alonso_Barba#/media/File:Barba1.jpg) [consultado 10 Ene 2015].

### Metales imperiales: Berrio de Montalvo y su *Informe del nuevo beneficio*

Barba no era el único en América que discurría sobre materia minero-metalúrgica en la primera mitad del siglo xvii. Al igual que el *Arte de los metales*, resultado de la petición de un funcionario imperial y el interés del autor en el tema, en otras regiones mineras de la América española también se generaron estudios y textos elaborados por letrados con el mismo propósito de difundir los conocimientos y las técnicas de beneficio que asumían un rol estratégico en la economía trasatlántica. Uno de esos textos fue el de Luis Berrio de Montalvo, funcionario de la Corona y minero, quien participó como testigo y dictaminador en el proceso de certificación de una variante del método de patio inventada por los mineros prácticos Pedro García de Tapia y Pedro Mendoza Meléndez, trabajadores de las minas de Taxco, actual Guerrero.

La carencia de azogue proveniente de las minas de Almadén en España, debido a la mala administración imperial que hacía difícil su explotación, venta y traslado hacia el Nuevo Mundo, impulsó la creación de mejoras al método tradicional de patio que tenía como propósito hacer más eficiente el uso del mercurio y reducir los tiempos de purificación<sup>23</sup>. Estos esfuerzos no solo requerían de una constatación pública ante testigos acreditados (casi siempre personajes de élite), sino además era importante dejar registro de ello a fin de brindarle mayor credibilidad a la innovación técnica y hacer consultas posteriores. De ahí el objetivo central de Berrio en su libro *Informe sobre el nuevo beneficio*: dejar un testimonio fidedigno y documentado de lo que se autenticó en aquel año del 1643.

La vida y obra de Berrio revelan uno de los rasgos característicos de los letrados que desarrollaron actividades administrativas durante todo el periodo colonial: la estrecha relación entre saber y poder. Sin lugar a dudas, este personaje es conocido por el interés que mostró en mejorar la situación minera novohispana que claramente atravesaba un momento de estancamiento, pero también fue un hombre de élite que intentaba mostrar su sapiencia libresca y minera. Berrio de Montalvo se licenció por la Universidad de Sevilla y se doctoró por la Real Universidad de México<sup>24</sup>. También fungió como Alcalde

<sup>23</sup> Véase Lang (1977, pp. 265-281).

<sup>24</sup> Maffei y Rúa (1871-1872, pp. 77-79).

del Crimen en la Real Audiencia Corte y Cancillería de México, como Asesor Auditor General de Guerra, Juez Administrador de las minas del Virreinato de la Nueva España y al final de su vida se desempeñó como Oidor de la Real Audiencia, a más de ser aficionado a la industria de los metales a la que dedicó todo su tiempo libre y esfuerzo intelectual.

Los ensayos descritos en el *Informe del nuevo beneficio* fueron realizados en la casa del propio Berrio en la Ciudad de México, en presencia de las autoridades virreinales, el Virrey García Sarmiento de Sotomayor y Luna y los oidores de la Real Audiencia. Además, estuvieron de testigos el alcalde mayor y tesorero de la caja de las minas de Taxco, Diego López de Carate, y un par de mineros: Juan Mejía Altamirano e Iván Velázquez de León. Como quedó dicho arriba, el librito fue escrito para las minas de Taxco, dadas las dificultades técnicas para el beneficio y expresa la preocupación por generar técnicas específicas para cada yacimiento que a su vez promovía la práctica permanente y el conocimiento nuevo sobre manipulación metálica.

¿Cómo se halla conformada la obra de Berrio? El librito fue publicado por la Imprenta del Secreto del Santo Oficio en la Ciudad de México en 1643 en 4.º y 60 folios. Está dividido en veinte capítulos sin ilustraciones a renglón tirado con un extenso aparato crítico a los costados. Aunque tiene una estructura semejante a la obra de Barba en cuanto al orden de los temas que empiezan de lo más teórico a lo más práctico, el *Informe del nuevo beneficio* constituye un libro notablemente más erudito que el del cura de Potosí aunque tenga una extensión menor. Si bien no aparecen pasajes en latín en el cuerpo del texto, toda la bibliografía que fue referida por el autor y que es muy numerosa está escrita en latín, lo que muestra que se trata de un texto cuyo autor perteneció al selecto grupo de los letrados. Desde la portada, el *Informe del nuevo beneficio* nos da indicios del propósito del autor que era establecer ‘las causas’ de los procesos y las técnicas descritos:

En informe del nuevo beneficio que se ha dado a los metales ordinarios de plata por azogue y philosophia natural a que reduce y arte de la minería, para escusar a todos la pérdida y consumido de azogue ya los antimóniosos, con las causas de que procede, que hasta oy no se han alcanzado, de que resultara mayor ley de plata, y ahorro de costa; y poderse dar fundicion a los metales secos sin perderse liga de plomo, ni el consumido ordinario de la greta, o almartaga.<sup>25</sup>

Las primeras páginas del texto se consagraron a hacer un reporte de los resultados obtenidos de las experiencias realizadas para la certificación, donde el autor destacó la trascendencia de teorizar sobre lo que sucedía durante dichas experiencias a fin de llegar a saberes más precisos. En opinión de Berrio, el método de Pedro García de Tapia y Pedro Mendoza Meléndez era redituable y cumplía con los objetivos planteados en un inicio que era la optimización del tiempo y del uso del mercurio durante el proceso de amalgamación.

A partir del folio tres, Berrio comenzó a discurrir sobre la formación metálica o metalogénesis con la exposición de las teorías más aceptadas hasta entonces que incluía a los clásicos antiguos, medievales y renacentistas como Aristóteles, Avicena, Alberto Magno y Agrícola. Antes de entrar en materia de la metalogénesis, Berrio hizo un recuento de la historia de la Tierra según el mito de creación bíblico (como atisbo de la ‘física sagrada’ que se desarrollaría en el siguiente siglo) para luego enfocarse a las características de la formación del continente americano, a fin de argumentar después sobre el tipo de minerales que se hallarían en la región<sup>26</sup>. Para ello, el autor llevó a cabo un ejercicio de crítica de cada una de las teorías expuestas y dejó relucir su amplio conocimiento de filosofía alquímica que le proporcionó un toque muy erudito a su texto. Por ejemplo, Berrio dedicó varios capítulos a la reflexión sobre los efectos del vapor en la formación metálica y cómo este interactuaba con otros factores (como el calor del sol) dando origen a los complejos procesos de la metalogénesis de los que volveremos más adelante.

En tanto, en el apartado “Especial formación de los metales, en que se juntan a la Tierra y piedras minerales”, Berrio distingue tres tipos de minerales que darían origen a los metales: espíritus minerales (azogue, sal amoniaca, azufre, oropigmente o arsénico), cuerpos minerales (oro, plata, cobre, estaño, plomo y hierro) y medios entre cuerpos y espíritus (alumbre, alcaparrosa y sal de nitro). Tales

<sup>25</sup> Berrio (1643) (portada).

<sup>26</sup> Véase Castillo (2008), estudio preliminar.

categorías le sirvieron a Berrio para argumentar sobre la diversidad metálica y su aparición en las piedras minerales. Pero además, y quizás resulte lo más interesante para nuestros fines, a través de ella se advierte un interés del autor por clasificar y proporcionar un orden más racional a la tipificación popular de los mineros prácticos. Tanto así, que a partir de esta clasificación, Berrio desarrolló la parte central de su libro que terminó con algunas explicaciones sobre beneficios específicos de algunos metales.

De hecho, gran parte del texto del *Informe* se consagró a la explicación y argumentación de la composición metálica, así como a la crítica de textos alquímicos que dieran cuenta de los procesos de beneficio, tanto tradicionales como de patio. Sin embargo, Berrio poco se refirió a los procedimientos de manera explícita, como sí aparecen en el repertorio de recetas de Barba. Más bien se trata de un texto que intentó proporcionar una elucidación teórica a la práctica minera. Si bien el autor refiere experiencias diversas, casi siempre son aquellas de testigos acreditados por la propia literatura alquímica, religiosa y continental, como si se tratara de intermediarios en la certificación de conocimiento local. Esta característica de Berrio proviene de la tradición escolástica que se basaba en el empleo del comentario a los textos clásicos con elucidaciones propias y, en este caso, experiencias que le proporcionaron un talante más letrado a su obra.

Finalmente, hay que destacar el desarrollo de las ideas alquímicas que fueron muy notables en el libro de Berrio<sup>27</sup>. Las ideas sobre la influencia del calor y de los astros en la formación metálica fueron llevadas hasta sus últimas consecuencias, pues no se quedaron como trasfondo del marco teórico sino como conceptos que intervinieron de manera permanente en la comprensión del comportamiento y composición de los metales.

Evidentemente, la presencia de la Corona en la propagación de tratados mineros dibujó trayectorias hacia dónde debía dirigirse el conocimiento minero y explica en parte la creciente institucionalización<sup>28</sup>. Además, fuera de la petición hecha por el Rey, el propio texto señala más adelante lo provechoso que sería enviar al Virrey del Perú una copia del *Informe del nuevo beneficio* en colaboración con los creadores del método. La propagación del texto de Berrio en las minas potosinas, además de mostrar el interés de las autoridades virreinales en difundir las innovaciones en materia minera, pone en evidencia las redes e intercambio de conocimiento que había entre distintos puntos del imperio español. La posición privilegiada de Berrio y su propia formación humanista fueron la base para la redacción de su *Informe*, a fin de mostrarlo ante las autoridades imperiales como un conocimiento riguroso y que podía ser sometido al juicio público.

### Los secretos de los metales en la literatura alquímica

Si los textos minero-metalúrgicos iberoamericanos tuvieron alguna característica en común, fue el énfasis que pusieron en la experiencia recién adquirida con los yacimientos del continente. Sin embargo, tampoco se acotaron a la simple descripción de técnicas y secretos, algunos de ellos tomaron en cuenta la tradición libresca, sobre todo la alquímica, que fue integrada a los saberes locales con el propósito de hacerlos más fidedignos, en especial, ante la mirada y el escrutinio de la administración imperial, pues, como hemos intentado mostrar, estaban estrechamente ligados. Este fue el caso de nuestros dos tratadistas, Barba y Berrio quienes como muchos mineros letrados y ensayistas de la época eran seguidores de las doctrinas alquímicas y defendían consistentemente esa concepción del mundo.

La alquimia era un tipo de pensamiento que tenía la capacidad de explicar muchos procesos complejos de la naturaleza y del arte, gracias a su retroalimentación permanente con la actividad artesanal, la experimentación y la reflexión teórica sobre la materia que contribuyó a la consolidación del pensamiento científico durante el siglo xvii. Desde la Edad Media los libros de secretos conservaron parte importante del saber alquímico que llegó a consolidar una tradición fecunda en la modernidad temprana<sup>29</sup>. Este fenómeno sin lugar a dudas se potenció con la invención de la imprenta que hizo

<sup>27</sup> Castillo (2008, pp. 7-59).

<sup>28</sup> López Pérez (2009, pp. 185-201).

<sup>29</sup> Eamon (1994, pp. 27-31).

posible la multiplicación de la literatura de secretos ampliamente extendida en Europa y en algunas regiones del Nuevo Mundo<sup>30</sup>.

Una característica de los libros de secretos, incluidos los tratados de minería, era considerar la Naturaleza como fuerza creadora y transformadora. Esta idea abría las puertas a la experimentación como mecanismo de control o modelación de la realidad según los intereses o necesidades humanos. Sin embargo, la reivindicación que se hacía de la experimentación en la literatura de secretos no era exactamente la misma que la experiencia ordinaria, se trataba más bien de una forma ordenada y racional de aquella, con valor epistémico alto porque era una herramienta para entender la complejidad cambiante de la naturaleza. Por ello, la experimentación fue muy valorada y descrita en multitud de formas en los libros de secretos.

El caso de Barba no fue la excepción. Para él, la experimentación constituyó un componente imprescindible en el desarrollo del conocimiento minero, pero asumía características nuevas en su forma textual. Un pasaje que ilustra este cambio fue su descripción de la sal, donde el autor muestra la inquietud cada vez mayor de los artesanos letrados en hacer registros minuciosos y resaltar la experiencia, pero la experiencia dirigida:

No es menos conocida que necesaria la sal en el mundo. Tiene la misma virtud la mineral, que la que se quaxa de agua salada del mar, de lagos, o de fuentes; pero diferencianse en que la sustancia de la sal de la mina es mas densa, y apretada, de donde le procede el ser también mas constrictiva, y no derretirse tan facilmente en el agua como la marina, o quaxada. Son muy abundantissimas de sal todas aquellas Prouincias, al passo que tambien lo son de metales; y no es la menor marauilla de aqueste nueuo mundo, el pedazo de mar quaxado en sal cristalina, que ay entre los Lipés, y las faunas que llaman de Garcia Mendoça.<sup>31</sup>

La concepción alquimista de la naturaleza involucraba el uso de los sentidos para generar conocimiento a través de la experimentación<sup>32</sup>. Sin embargo, estamos frente a una versión del conocimiento artesanal que se estaba reinventando a través de los libros. Por un lado, la experiencia directa constituía parte esencial en la certificación del conocimiento mineralógico, pero era convertida en una versión cada vez más refinada. Por otro, las fuentes clásicas y tradicionales seguían siendo importantes pero eran reinterpretadas a la luz de la nueva evidencia<sup>33</sup>. Es decir, la interacción de ambas cosas llevaría al sabio u oficial minero a los saberes certeros bajo una nueva fórmula. Esta actitud fue particularmente cierta en la descripción de la materia, donde Barba demuestra su dominio del conocimiento libresco, pero además, y quizás sea lo más significativo para la genealogía de los libros de minería, llevó a cabo la inmersión del conocimiento libresco dentro de un tratado artesanal:

No *entiendo* aqui por tierra aquella simplicissima, vno de los quatro elementos de que la común Escuela de Filosofos dize componerse todos los mixtos sublunares; ni tampoco a la que es tan compuesta, que participa de metal, caparrosa, salitre, o otros jugos; sino a la que careciendo de todo esto, ni se derrite, ni deshaze en fuego, o agua, como los jugos, o metales ni esta vnida, y dura como las piedras. Atribuyen algunos a Aristoteles el dezir, que lá tierra pura elementar no tiene color ninguno. Straton Lampsaceno afirmò, que debe ser blanca, por verse este color en la ceniza. Pero bien puede el que trata de metales vivir seguro de que por mas profundamente que ahonde la labor de sus minas, nunca *encontrará* con este genero de tierra pura, y sincera, que le obligue a prueuas, y esperiencias nuevas, pues no la ay en el mundo, por la grande, y continua mixtión que siempre han tenido, y tienen los elementos.<sup>34</sup>

Para nuestros tratadistas, toda esta experiencia era interpretada desde una visión alquimista de la naturaleza que implicaba contrastar los hechos con la literatura ya acreditada y luego regresar a la experiencia para llegar a conclusiones más sólidas, esto es, vincular teoría y práctica. Y precisamente

<sup>30</sup> Eamon (1994, pp. 27-31).

<sup>31</sup> Barba (1640, fol. 6-vuelto).

<sup>32</sup> Smith (2004, pp. 59-93).

<sup>33</sup> Barrera Osorio (2006, p. 5).

<sup>34</sup> Barba (1640, fol. 1 recto y vuelto).

este aspecto nos gustaría destacar, pues fue la literatura alquímica artesanal un modelo a seguir para otros textos de filosofía natural que se normalizaron en el siguiente siglo, en el llamado siglo de las luces, cuando se consolidó la ciencia moderna en distintos campos del saber y fueron los libros una herramienta importante de legitimación de ese nuevo modo de producir conocimiento.

Así pues, tanto el orden en que se presentaban los conocimientos como la correlación entre *techne* y *scientia* fue importante en la estructura de los tratados mineros. Por ejemplo, ambos tratadistas apelaron a la vinculación entre experiencia y teoría para determinar la certeza de los conocimientos adquiridos en la mina y el taller (conocimiento tácito). De hecho, en el caso de Barba, la descripción de cada metal y sus tipos de vetas estuvo ligada directamente a su experiencia, pues siempre apelaba a lo que había visto, tocado y ensayado, aspectos centrales de la literatura alquimista y de secretos.

Del mismo modo, Barba expuso primero las características y propiedades del metal en cuestión y luego refirió los lugares donde los había encontrado, destacando rasgos de la geografía andina. Pero más allá de esto, encontramos el hecho de que se está constituyendo una concepción del saber minero-metalúrgico donde experiencia implica práctica con la materia, al mismo tiempo que está surgiendo una valoración de ciertas habilidades que van desde la observación, hasta procedimientos técnicos muy específicos. El trasfondo de estos reclamos que tanto Barba como Berrio hicieron era la convicción de que el conocimiento poseía un componente activo y en buena medida era un saber-hacer. Es decir, las habilidades adquiridas en la experiencia tenían un papel esencial a la hora de crear innovaciones técnicas de purificación o de aleación de metales. Por ejemplo, Berrio era enfático cuando hacía las aclaraciones sobre el nuevo método de beneficio mediante azogue. A su juicio, el desconocimiento del orden en que se debían colocar los materiales para preparar las menas había sido causa de que los procesos se retrasaran considerablemente. De acuerdo con las experiencias que relató, el magistral debía incorporarse primero porque le otorgaba el 'calor' necesario a la mena. Después vendría la sal que le daría 'estructura' o temple y, finalmente, el azogue introducido de forma constante para incorporar todos los elementos<sup>35</sup>.

Pero hay más respecto a la visión alquimista del mundo natural. Subyace una concepción de la materia como agente que oponía resistencia a desvelar sus secretos, de ahí que requería de la experiencia entendida como una lucha entre cuerpo y naturaleza a través de los sentidos<sup>36</sup>. Sin embargo, la experiencia abría incertidumbre hacia determinados aspectos de la materia (como resultados o fenómenos inesperados) que hacía necesario el desarrollo de argumentos teóricos, y más cuando se trataba de escribir libros con intereses económicos altos como la minería. Por ejemplo, Berrio consideraba que las fuentes tradicionales no explicaban con claridad los métodos de beneficio de los metales por fundición, por lo que era necesaria la confrontación con la experiencia, pero después reconoce el papel de las fuentes clásicas en la certificación del conocimiento:

... y para el efecto de los minerales no fundibles ninguna claridad en sus reglas [refiriéndose a las fuentes clásicas]. . . Aunque de la especulación dellas, hemos de sacar el verdadero conocimiento de los minerales y metales, para darles todo el arte de su natural, en el beneficio de la fundición y azogue.<sup>37</sup>

Finalmente, la epistemología artesanal<sup>38</sup>, cuya máxima expresión quizás es la obra de Paracelso, se generaba a través de la experiencia corporal con el entorno, y este nuevo compromiso directo con la naturaleza requería de la *scientia* o teoría<sup>39</sup>. Dicho en otras palabras: los tratadistas mineros, americanos o no, invirtieron los papeles que tenían la teoría y la práctica, pues la certeza del conocimiento no provenía de la teoría como anteriormente se pensaba, sino de la experiencia, pero era necesario el conocimiento especulativo para 'estabilizarlo' y sistematizarlo. Así, la teoría siempre tendría que aludir a la práctica de alguna manera, pues una llevaba a la otra y solo así se produciría conocimiento certero. Y para el caso iberoamericano, la convivencia entre conocimiento libresco y experimental

<sup>35</sup> Berrio (1643, fol. 9 vuelto).

<sup>36</sup> Smith (2004, pp. 31-34).

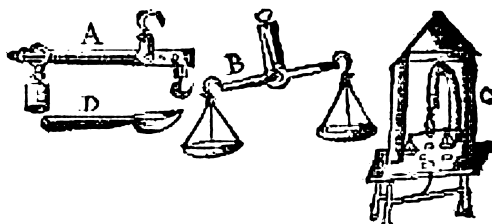
<sup>37</sup> Berrio (1643, fol. 10 vuelto).

<sup>38</sup> Véase Smith (2004, p. 8).

<sup>39</sup> Véase Smith y Schmidt (eds.) (2008, pp. 10- 12).

### Arte de los metales.

A. romana. B. peso grande. C. peso pequeño. D. cu chara.



**Figura 5.** Ilustración del *Arte de los Metales* (1640) donde se muestran una serie de instrumentos para el beneficio de metales, folio 84-recto.

propició un estilo propio de narración y ordenación de la evidencia empírica continental que justificaba la pertinencia del saber minero en los círculos eruditos y en la economía del Imperio español (fig. 5).

### Tradición libresca y composición metálica en los tratados mineros

Sin duda, la preocupación por explicar el proceso de formación de los metales situó a las obras de Barba y Berrio más allá de recetarios técnicos, antes bien como tratados, es decir, como libros con un corpus teórico-práctico que poseía autoridad intelectual dentro y fuera del Imperio español. Con el propósito de consolidar su conocimiento frente a las autoridades imperiales y los mineros prácticos, nuestros tratadistas (pero letrados de la época en general) se ampararon en el conocimiento libresco para cimentar su propio saber, aunque lo usaron de manera novedosa, como ocurrió con el conocimiento empírico que terminó en una forma mucho más racional y sistemática que la experiencia común. En este proceso de reconocimiento de la tradición libresca, los libros de minería engendraron un espacio de reflexión mineralógica que constituyó un nicho muy elevado dentro de la tradición alquímica y significó la inserción de la *scientia rationale* al saber minero artesanal.

Así, la reflexión sobre la formación metálica de Barba y Berrio colocó a sus trabajos en una posición privilegiada sobre el saber minero artesanal porque se respaldaba en la tradición libresca y las propias posibilidades de crítica, disertación o debate abierto que los libros permitían<sup>40</sup>. Las teorías sobre la formación de los metales no fueron una invención de la modernidad, hubo hipótesis muy antiguas que fueron enriquecidas durante el Medievo y el Renacimiento y se transmitieron precisamente a través de los libros, constituyendo una profusa tradición libresca sobre metales. Sin embargo, es notable el papel que tuvieron estas teorías en la genealogía de los tratados mineros de los siglos XVII y XVIII como explicación y justificación a la actividad gremial-artesanal.

De acuerdo con los libros de Barba y Berrio así como otros producidos en el mismo periodo como el *Tratado y discursos echos por el padre frai Miguel de Monsalve* (1617)<sup>41</sup> y la *Breve Relación del Ensayo de Plata y Oro* de Gerónimo Bezerra un par de décadas más tarde (1671)<sup>42</sup>, parece haber existido una influencia teórica doble en la reflexión mineralógica posterior al año 1600. Por una parte, hay una presencia indudable de las teorías alquímicas paracelsianas y, por otra, un influjo de ideas aristotélicas reinterpretadas de diferentes maneras durante la modernidad temprana que, en conjunto, muestran

<sup>40</sup> Eamon (1994, pp. 38-70).

<sup>41</sup> Existe una transcripción del tratado manuscrito original hecho por Carmen Salazar Soler (Salazar-Soler, 2001, pp. 475-499).

<sup>42</sup> Bezerra (1671).

la trascendencia de la tradición libresca en la comprensión de las técnicas de beneficio dentro de la minería americana<sup>43</sup>.

La teoría aristotélica sobre la formación de los metales estaba basada en los cuatro elementos (agua, tierra, aire y fuego) y sus distintas propiedades (sequedad, humedad, calor y frío), algunas de ellas activas y otras pasivas que se mezclaban en combinaciones binarias durante la metalogénesis y generaban dos tipos de exhalación: una vaporosa y otra gaseosa que en determinadas condiciones del entorno y de temperatura daban origen a los diferentes metales<sup>44</sup>. Con todo se trataba de un conocimiento especulativo y aunque las ideas aristotélicas de la metalogénesis probablemente llegaron hasta el taller, era un saber que se había generado y alimentado dentro de la tradición libresca. De hecho, la teoría aristotélica de la metalogénesis tuvo continuidad a través de los tratados que se escribieron desde la Alta Edad Media hasta la primera mitad del siglo XVIII.

Pese a mostrar limitantes, la teoría aristotélica poseía potencial explicativo sobre las características y los fenómenos del mundo mineral, por ello fue elemental en la disquisición sobre la composición metálica y fue uno de los temas de primer orden de la literatura alquímica<sup>45</sup>. En este sentido, el pensamiento alquímico constituyó una plataforma interpretativa importante para los autores mineros americanos, quienes se apegaron a las doctrinas dominantes pero las contrastaron con la experiencia local, dando lugar al desarrollo de la crítica y el debate abierto en los libros. Ahora conocemos algunas ideas que Barba señala en su *Arte* relacionadas con la formación de los metales y muestran el desarrollo de la tradición libresca en la constitución del nuevo saber minero:

No es marauilla que acerca de la materia de que se engendran los metales aya auído tanta diuersidad de opiniones entre personas que pueden autorizarlas, pues parece que con particular prouidencia, quiso ocultarla *con* ellos, el Autor de la naturaleza en la obscura profundidad en que los cria, y dureza de peñas en que los encierra, para poner algun estoruo a la ambicion humana. Los que se han alçado con el nombre de Filósofos por *entender* en el *conocimiento* de las causas, dexando la materia prima por principio remotísimo de los metales, como lo es de todas, las demas cosas corporales del mundo señalan otra, aunque tambien remota que e cierta exalacion humeda, y vntuosa por vna parte, y por otra una porcion de tierra viscosa y crasa, de cuya junta resulta vna materia que no solo lo es de los metales, sino tambien de las piedras: porque si la sequedad prevalece se engendran piedras, y si tiene mas de humedad pingüe se convierte en metal. Assi lo sienten Platon, Aristoteles y sus sequazes.<sup>46</sup>

Como se revela en la cita anterior, explicar el proceso de metalogénesis constituía un problema central para los autores mineros porque era un asunto que escapaba de la experiencia directa y requería, esencialmente, de un esfuerzo reflexivo basado en los indicios que proporcionaban los yacimientos, así como de las fuentes escritas que reportaban información sobre el tema, aunque fueran de tradiciones diferentes. Por otra parte, escribir sobre la metalogénesis era fundamental para explicar lo que sucedía en las técnicas de beneficio que, pese a su solidez como conocimiento que tendía a la institucionalización (y quizás por esa razón), requería de una mínima elucidación teórica. En especial, el proceso de amalgamación a partir del azogue despertó mucho interés entre eruditos y prácticos americanos debido a las peculiaridades del procedimiento que fue explicado en función de las doctrinas alquimista y paracelsiana en boga en los siglos XVI y XVII<sup>47</sup>.

Asimismo, es importante señalar el hecho de que Barba, Berrio y letrados enterados en el tema buscaban en el conocimiento libresco el 'entendimiento de las causas' que es indicio del papel que tenían los textos en la comprensión de la naturaleza, unas veces como autoridades y otras como árbitros de conocimiento. Por ejemplo, las fuentes de donde ambos tomaron inspiración para elaborar sus teorías sobre los metales fueron muy diversas. En un principio, hallamos los autores clásicos, específicamente los de procedencia aristotélica aunque hay influencias de platonismo. Sin embargo, después encontramos varios sabios latinos y medievales como Plinio, Diodoro Euciente, Dioscórides, Empédocles,

<sup>43</sup> Debus (1978, pp. 2-3).

<sup>44</sup> Véase Norris (2006, p. 47).

<sup>45</sup> Smith (2004, p. 7).

<sup>46</sup> Barba (1640, fol. 17 recto y vuelto).

<sup>47</sup> Para mayor información consúltese Debus (1990, pp. 173-196).

Galeno, Justino, Lucrecio, Albertus Magnus, Avicena, Raymundo (Ramón Llull), Rhazes, Juan de Rupe-cissa, Escribonio Largo, Stratón de Lámpsaco, Teofrasto, Arnaldo de Vilanova, etc. Además del grupo de filósofos modernos como Paracelso, Basilius Valentinus, Galileo Galilei y Girolamo Cardano. Aunque es interesante que en el texto de Barba no aparezcan citados autores propios de la tradición religiosa como Alfonso el Sabio o Santo Tomás. Evidentemente, la diversidad de fuentes muestra la orientación que tenían estos autores y su conocimiento sobre la tradición libresca que daría una mayor solidez a la descripción de las técnicas de beneficio.

Todo este conocimiento libresco fue puesto al servicio de la legitimación del saber minero-metalúrgico a través de las teorías sobre la constitución metálica que derivó en dos tipos de explicaciones. Una era conocer la manera en que se habían generado o se generaban los metales en el interior de la Tierra, que remitía a los autores a la historia natural y a las teorías terrestres de la tradición libresca. La otra era dar cuenta de la composición de los metales, es decir, descubrir sus componentes básicos y si tenían algún elemento común, que llevaba a los autores a la literatura alquímica. La manera en que se presentaban dichas explicaciones demandaba una articulación argumentativa meticulosa, convirtiendo los libros de minería en un espacio de interacción permanente entre teorías terrestres y filosofía química dirigida hacia un entendimiento profundo de la materia. Solo por traer a cuento un ejemplo, veamos el siguiente pasaje de Berrio donde se vislumbra dicha interacción:

Crio Dios, en el principio del mundo, en el tercero día de sus obras, a la disposicion de los quatro Elementos, por sus proprias esferas, cada qual conforme su calidad, peso, y densidad. El Ayre, *que* es menos denso *que* los demas, y de calidad caliente, y humeda en segunda parte, mayor. Siguiendose el Agua, *que* es de calidad fria, y humeda y de dezima parte, mas densa que el ayre, incorporandose en el de la Tierra, y sequedad de su redondez, formando venas por sus entrañas, y poros, quedando rodeada de la humedad del ayre, y del calor del fuego, y de los tres Elementos, y todos quatro de la circunferencia del ciclo, essepto, y libre de la corrupcion que ellos padescen, por ser de naturaleza superior: por medio de cuya vuelta, y luz, que con sus Planetas comunica, de Oriente a Poniente, en cada un dia, los conserba en su ser...<sup>48</sup>

Como pudimos observar, es palpable el papel del saber libresco sobre las teorías de la metalogénesis. Ideas como la presencia de los cuatro elementos, las exhalaciones vaporosas y las temperaturas cambiantes fueron argumentos teóricos sobre la composición metálica que expresan los modos en que la doctrina aristotélica de la doble exhalación fue interpretada y articulada de diversas maneras en los textos alquímicos. De acuerdo con Mar Rey Bueno, la alquimia del Medievo se extendió hacia Europa occidental a través del territorio español, gracias a las obras de los alquimistas árabes. Estos fueron quienes especularon sobre los fenómenos que sucedían con la destilación de determinados compuestos metálicos y llegaron a la conclusión de que tanto el azufre como el mercurio eran elementos constitutivos por la presencia que tenían en los procesos destilatorios, idea heredada de la literatura artesanal<sup>49</sup>. Dichas suposiciones fueron resumidas y divulgadas hacia Occidente través de la obra de Avicena *De congelatione et conglutione lapidum*. Para el siglo xvi, Paracelso agregó a estos dos elementos, azufre y mercurio, un tercero: la sal, principio-propiedad que materializaba la fijación del fuego, la solubilidad y las estructuras cristalinas y cuya doctrina permaneció hasta el siglo xviii<sup>50</sup>.

Así, cada uno de los elementos asumía un papel particular en la formación metálica. Por un lado, el azufre actuaba como agente masculino, o semilla masculina; en tanto, el mercurio operaba como agente femenino, o especie de matriz donde se engendraba el metal y, finalmente, la sal fungía como agente que permitía la solidificación o condensación del metal. Esta fue la postura dominante durante el siglo xvii, una mezcla de distintas teorías que se enriquecían y retroalimentaban desde la tradición libresca. Como ejemplo, en el siguiente pasaje Barba refiere el fundamento de los metales, el azufre y el mercurio, y relata algunas de las características del azufre aludiendo a la literatura alquímica:

<sup>48</sup> Berrio (1643, fol. 3-recto).

<sup>49</sup> Véase Rey Bueno (2002b, pp. 95-99).

<sup>50</sup> Véase Debus (1977).



Es el Açufre un mineral conocidísimo: engendrarse de una sustancia terrestre untuosa y muy caliente, en tanto grado, que es tenido por la cosa más parecida que hay entre los compuestos, al elemento del fuego. Llamano los que tratan de la filosofía secreta de los metales, semilla masculina y primer agente de la naturaleza en su generación y dicen: que la diferencia que entre unos y otros hay, proviene de su varia purificación y mixtura con el Açogue; y ya ha sucedido, queriendo un boticario hacer Cinabrio, que se compone de solos estos dos materiales, hallarlos acaso convertidos en una plancha de finísima plata. Teophrasto Paracelso no acaba, después de muchas exageraciones, de mostrar las maravillas, que en el Açufre se encierran; y dice que por providencia particular de Dios no son públicos sus misterios.<sup>51</sup>

Parte de la visión alquimista de la naturaleza de Barba y Berrio era considerar el azufre y el mercurio como materias primeras de las que estaban hechos los metales, de ahí la insistencia en estudiarlos, aunque había razones de otra índole para pensar así. La tesis sobre la unidad de la materia, presente en ambos tratados, constituye uno de los postulados principales del pensamiento alquimista discutido ampliamente a través de los libros durante el siglo XVII<sup>52</sup>. Esta discusión sirvió a la reorganización de todo el saber alquímico y fue antesala de la Revolución Química del siguiente siglo. La teoría de la unidad de la materia aplicada a los metales consistía en creer que estos tenían la misma base material pero se iban perfeccionando poco a poco dependiendo de las características de las matrices. Por ejemplo, Barba como creyente en la existencia de una virtud productiva de los seres (bajo el impulso inicial del Creador) y una capacidad transformadora en la naturaleza que tendía a la perfección, consideraba que el proceso de metalogénesis partía de los metales más imperfectos o viles, hasta convertirse en las vetas en otros más perfectos o más nobles:

... tiene tanta conueniencia la naturaleza del açogue con la de los metales, que aunque no es ninguno dellos, es convertible en todos, no solo por ser uno de los principios de que se compone, como los más filósofos afirman, y prueua la facilidad con que con todos se vne, y incorpora, sino también porque con toda su sustancia se trasmuta en metal verdadero, que como los que de naturaleza nacieron tales, sufre los exámenes del fuego y del martillo.<sup>53</sup>

La creencia común en la literatura alquímica sobre la unidad de la materia en el siglo XVII y todavía durante el XVIII hacía posible la trasmutación de los metales. Si la materia gozaba de un principio común o 'materia primera', 'semilla', 'sustancia universal', 'caos', etc., esta podía adquirir diversas formas y combinarse para producir cuerpos nuevos en cantidad indefinida. Y más aún, al gozar del mismo principio, la materia estaba en condiciones de transformarse en compuestos o *mixtos* diferentes si se daban las condiciones necesarias para que esto sucediera, que era fundamentalmente la tarea del arte alquímico<sup>54</sup>. De ahí, que los autores mineros apoyaran la trasmutación de los metales como una consecuencia natural de la unidad de la materia<sup>55</sup>.

Esta idea de principio común también se relacionó estrechamente con la idea de los metales como creación divina. Para Barba y Berrio el conocimiento libresco contribuía a explicar la formación metálica como parte del plan divino, racional y ordenado, que correspondía a la filosofía natural de la época y formaba parte de las nuevas lecturas de la alquimia. La evidencia del poder divino sobre la transformación del mundo natural situaba a la reflexión mineralógica en un sitio de privilegio epistemológico porque daba paso al entendimiento de los procesos naturales y, en última instancia, al entendimiento de la obra divina en toda su complejidad. Y más aún, trabajar directamente con los metales era cumplir los designios divinos obteniendo riqueza a través del esfuerzo humano. En este contexto, la Alquimia fue la filosofía más adecuada para el conocimiento minero-metalúrgico y los libros un vehículo no solo legítimo sino virtuoso para mostrar tales lecciones.

<sup>51</sup> Barba (1640, fol. 19-vuelto).

<sup>52</sup> Véase Debus (1977).

<sup>53</sup> Barba (1640, fol. 33-recto).

<sup>54</sup> Salazar-Soler (2001, p. 479).

<sup>55</sup> Salazar-Soler (2001, p. 480).

## Conclusiones

Como hemos advertido a lo largo del presente ensayo, los libros impresos tuvieron un papel importante en la reorganización y fundamentación del saber minero artesanal. En el caso del Imperio español, la escritura de tratados de minería fue orientada hacia la constitución de un espacio que generó un saber distinto que logró conjuntar conocimiento especulativo y práctico bajo una nueva fórmula. Este propósito fue acompañado por un énfasis en la experiencia local que proporcionó información nueva sobre las técnicas de beneficio que se inventaron en el continente. Aunque las obras impresas en esta materia no fueron extensas, el saber minero estuvo presente en la agenda de letrados y autoridades imperiales durante toda la época colonial, incluso en el siglo barroco, considerado poco relevante dentro de la Historia de las Ciencias continental. Ello se expresó en los esfuerzos por difundir las innovaciones metalúrgicas en distintos centros mineros a través de la redacción y publicación de libros que el propio gobierno imperial promovió.

Asimismo, los libros de minería, al igual que los tratados artesanales en general, generaron un tipo de narrativa que contribuyó a la consolidación de un estilo de investigación empírica que pronto abrazó la llamada ciencia moderna. Mientras los autores exaltaron la percepción sensorial como elemento clave en la adquisición de conocimiento, esta se transformó en los libros al ser descrita de una forma ordenada y esquematizada, con argumentos que sustentaron las experiencias relatadas. Por otro lado, se hizo un uso distinto de las fuentes clásicas que sirvieron para corroborar la experiencia y ya no como testimonios incuestionables del saber, sino como herramientas que daban veracidad a sus propias experiencias y observaciones. Este breve análisis de las fuentes mineras barrocas muestra que, frecuentemente, pasamos por alto el hecho de que los libros también fueron una forma de representación de la naturaleza y durante los primeros siglos de la modernidad contribuyeron a instituir un orden natural a las cosas que fue basamento de la nueva filosofía natural.

Finalmente, también debemos señalar los límites de ese tipo de saber minero-metalúrgico, pues a pesar de las apelaciones a la experiencia, precisamente gracias a aquella cosmovisión de considerar a los metales como seres vivos, susceptibles de generación, destrucción y purificación, les impidió ver a los autores mineros del siglo barroco opciones diferentes de estudio del mundo de los metales que no se basaran en el perpetuo engendrarse de la plata.

## Agradecimientos

Este trabajo constituyó parte de mi proyecto posdoctoral en el IISUE-UNAM titulado “La enseñanza de los saberes científicos y prácticos en el México colonial: Libros e instituciones” bajo la dirección del Doctor Enrique González González a quien hago extensivo un agradecimiento por todas sus observaciones y comentarios. También agradezco el apoyo de la DGAPA-UNAM por la beca que me otorgó y con la cual se hizo posible la realización del presente ensayo.

## Bibliografía

- Achim M. (2012). Observaciones útiles para el futuro de México: antología. México: CONACULTA.
- Barba, A. (1640). *Arte de los Metales en el que se enseña el verdadero beneficio de los de oro y plata por Azogue: el modo de fundirlos todos, y como se han de refinar y apartar unos de otros*. Madrid: Imprenta del Reino.
- Bargalló, M. (1955). *La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Barnadas, J. M. (1988). Álvaro Alonso Barba (1559-1662): Investigaciones sobre su vida y obra. *Isis*, 79, 730–731.
- Barrera Osorio, A. (2006). *Experiencing nature. The Spanish American Empire and the early scientific revolution*. Austin: University of Texas Press.
- Berrio, L. (1643). *Informe del nuevo beneficio que se ha dado a los metales ordinarios de plata por azogue*. México: Imprenta del Secreto del Santo Oficio.
- Bezerra, G. (1671). *Breve relacion del ensaye de Plata y Oro*. México: Impreso por Francisco Rodríguez Lupercio.
- Carracido, J. (1911). Álvaro Alonso Barba. *Bulletin Hispanique*, 13, 352–360.
- Castillo, M. (2008). *Informes para obtener plata y azogue en el mundo hispano*. Granada: Universidad de Granada.
- Debus, A. G. (1977). *The chemical philosophy: Paracelsian science and Medicine in the Sixteenth and Seventeenth centuries*. Nueva York: Curier Dover Publication. Disponible en: [https://books.google.com.mx/books?id=y8YaZeiHQnEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=y8YaZeiHQnEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false) [consultado 3 Dic 2015].
- Debus, A. G. (1978). *Man and nature in the Renaissance*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Debus, A. G. (1990). Chemistry and the universities in the Seventeenth century. *Estudos Avançados*, 4, 173–196. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v4n10/v4n10a09.pdf> [consultado 5 Oct 2015].
- Eamon, W. (1994). *Science and the secrets of nature. Books of secrets in Medieval and Early modern culture*. New Jersey: Princeton University Press.
- González, E. (2015). Libros y menudencias en las prensas novohispanas. En *50 años Centro de estudios de historia de México CARSO Fundación Carlos Slim* [pp. 39–43]. México: CARSO-Fundación Carlos Slim.
- Lang, M. (1977). *El monopolio del mercurio en el México colonial (1550-1710)*. México: Fondo de Cultura Económica.
- López Pérez, M. (2009). La alquimia en el nuevo mundo: datos para su consideración. *The Colorado Review of Hispanic Studies*, 7, 185–201.
- Maffei, E. y Rúa Figueroa, R. (1871-1872). *Apuntes para una biblioteca española de libros, folletos y artículos, impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y las ciencias auxiliares*. Madrid: Imprenta de J. M. Lapuente, Vol. I.
- Marcaida, J. R. y Pimentel, J. (2011). ¿Naturalezas vivas o muertas? Ciencia, arte y coleccionismo en el barroco español. In *Collecting Across Cultures: Material Exchanges in the Early Modern Atlantic World*. Philadelphia: The University Pennsylvania Press. Versión en español en: [https://www.academia.edu/10327718/\\_Naturalezas.vivas.o.muertas.Ciencia.arte.y.coleccionismo.en.el.Barroco.espa%C3%B1ol](https://www.academia.edu/10327718/_Naturalezas.vivas.o.muertas.Ciencia.arte.y.coleccionismo.en.el.Barroco.espa%C3%B1ol) [consultado 7 Dic 2015].
- Newman, W. y L. Principe (2005). *Alchemy tried in the fire: Starkey, Boyle, and the fate of Helmontian chymistry*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Norris, J. (2006). The mineral exhalation theory of metallogenesis in pre-modern mineral science. *Ambix. The journal of the Society for the History of Alchemy and Chemistry*, 53, 43–65.
- Pimentel, J. y Marcaida, J. R. (2008). La ciencia moderna en la cultura del Barroco. *Revista de Occidente*, 328, 136–151.
- Rey Bueno, M. (2002a). *Los Señores del Fuego. Destiladores y espagíricos en la corte de los Austrias*. Madrid: Editorial Corona Borealis.
- Rey Bueno, M. (2002b). *Alquimia. El gran secreto*. Buenos Aires: Editorial EDAF. Disponible en: [https://books.google.com.mx/books?id=HpzjYewhBt4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=HpzjYewhBt4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false) [consultado 4 Ene 2016].
- Salazar-Soler, C. (2001). La Alquimia y los sacerdotes mineros en el virreinato del Perú en el siglo XVII. *Boletín de Instituto Francés de Estudios Andinos*, 30, 475–499.
- Salazar-Soler, C. (2009). Los expertos de la corona. Poder colonial y saber local en el Alto Perú de los siglos XVI y XVII. *Re Metallica*, 13, 83–94. Disponible en: <http://documents.mx/documents/los-expertos-de-la-corona-poder-colonial-y-saber-local-en-el-alto-peru-de.html> [consultado 22 Feb 2016].
- Shapin, S. (2000). *La revolución científica. Una interpretación alternativa*. Barcelona: Paidós.
- Smith, P. (2004). *The body of the artisan. Art and experience in the scientific revolution*. Chicago: University of Chicago Press.
- Smith, P. y Schmidt, B. (2008). *Making knowledge in early modern Europe. Practice, objects, and texts, 1400-1800*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Trabulse, E. (1984). *El círculo roto*. México: Fondo de Cultura Económica/Secretaría de Educación Pública.

**Elisa Silvana Palomares Torres.** Doctora en Filosofía de la Ciencia, línea terminal Historia de la Ciencia por la UNAM. Actualmente lleva a cabo una estancia de investigación posdoctoral en el Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación en la UNAM. Es autora del capítulo “El fundamento está en el papel. La Metalogía y la transformación del conocimiento minero a través de los libros” en el libro *Piedra, papel, tijera: Instrumentos en las ciencias en México*.