



LA METALURGIA Y LA MINERÍA RENACENTISTAS

María Teresa Cantillo Nieves

1. MARCO HISTÓRICO-CULTURAL

Durante el paso del siglo XV al XVI se asistió en España al nacimiento de una nueva forma de concebir la ciencia, cuyos saberes sufren una profunda transformación a medida que se superan los conocimientos heredados de la Edad Media y avanza la modernidad.

En las obras de este período se refleja la necesidad de recurrir a la experiencia y a la observación repetida de fenómenos con el fin de poder extraer conclusiones válidas. Como explica Juan Vernet (1998: 93), no es este un aspecto novedoso en la evolución del “quehacer científico, ya que tanto en la Antigüedad como en la Edad Media se había utilizado de modo esporádico. Pero solo se generaliza y desarrolla metódicamente en el Renacimiento”.

Sobre este cambio de mentalidad se establecen los cimientos de la ciencia moderna, en que desempeñaron un papel fundamental el desarrollo urbano, la fundación de nuevas universidades y otros centros de enseñanzas técnicas creados por la monarquía y el surgimiento de una emergente clase burguesa que ofrecía y demandaba servicios y productos derivados de los avances científicos.

Todo ello contribuyó a que la actividad científico-técnica de la España del XVI experimentara un evidente auge, reflejado en las diversas manifestaciones de la prosa científica renacentista, en la que no solo se integraron los saberes puramente teóricos, sino que también existen tratados donde se recogen los rudimentos de diferentes técnicas, como las relativas al beneficio y ensaye de metales y minerales, que, pese a sus “incipientes bases teóricas, continuaban siendo de carácter predominantemente práctico” (López Piñero 1999: 21).

Las diferentes áreas científicas continuaron la tradición de origen clásico como base general. Es aquí donde se inserta lo que se ha denominado humanismo científico, movimiento que trataba de recuperar el saber de la Antigüedad clásica a partir de sus textos científicos mediante ediciones depuradas filológicamente y traducciones directas, labor fructífera que culminó una obra comenzada en los siglos anteriores.

Los criterios de autoridad fueron sustituidos paulatinamente por el nuevo valor del empirismo y, aunque no llegara a superarse totalmente la tradicional escisión entre ciencia y técnica, los técnicos adquirieron un creciente prestigio social auspiciado por el respeto a unas artes que contribuían a la generación de riqueza, y que basaron sus tratados tanto en sus conocimientos teóricos como en su propia experiencia.

En este ámbito se inserta la apertura de la química como ciencia, ya que las doctrinas aristotélicas vigentes sobre la constitución de la materia y su posibilidad de cambio, básicas en la alquimia y la metalurgia,

supusieron, por su rigidez y ambigüedad, una dificultad en el establecimiento de un núcleo teórico básico en que desarrollarla.

La solución de problemas concretos relacionados con la obtención de metales mediante procedimientos metalúrgicos hizo que se potenciara el nivel empírico en estas áreas, si bien procurando sustentarlo en una base conceptual procedente tanto de la filosofía natural académica como de formulaciones alquímicas anteriores. Nos encontramos, por tanto, ante un momento clave para el desarrollo de una tecnología práctica en la que las artes del labrado y tasación de los metales y las técnicas extractivas mineras ocuparon un lugar destacado.

El progresivo fortalecimiento que experimentó el Estado en el siglo XVI lo transformó en un importante consumidor de productos extractivos (Sánchez Gómez 2005), tanto para la fabricación de armas, munición o pólvora como para la acuñación de moneda. También la sociedad burguesa reclamaba, en el marco de un crecimiento económico sostenido, todo tipo de metales y materiales de cantera para la construcción, el transporte o la joyería, así como de minerales para la fabricación de jabones, tintes y mordientes, o con usos medicinales, acrecentados por influjo de la escuela paracelsista.

Como consecuencia de esta creciente demanda, se fueron introduciendo en esta centuria pequeñas innovaciones por parte de artesanos anónimos, encaminadas a optimizar la extracción y el beneficio del mineral y a reducir la mano de obra. Además, en el siglo XVI confluyeron una serie de factores, como la contratación de técnicos alemanes, el descubrimiento de la mina de Guadalcanal o la profesionalización de la figura del ingeniero, que propiciaron el renacimiento de las actividades mineras tras el abandono sufrido por las explotaciones romanas del Bajo imperio (*cf.* Sánchez Gómez 1989, 2004), con la excepción de la industria del hierro.

Este incremento en la actividad minera favoreció la trasmisión de las técnicas al Nuevo Mundo, sobre todo a partir de la emigración organizada en que intervino la Corona, consciente ya de la importancia de las minas americanas (Sánchez Gómez 1997). Se invirtió así su política de años anteriores, en que la posible competencia con la producción metropolitana llenaba de trabas la difusión de innovaciones.

La minería colonial experimentó un lento desarrollo antes de la década central del siglo XVI, al practicarse, durante el primer período tras la llegada de los españoles, una minería muy primitiva, con el despliegue técnico imprescindible para cubrir las necesidades de ese momento. La contribución indígena, importante los primeros años, fue quedando relegada ante las transferencias técnicas europeas, principalmente españolas, y la herencia precolombina se convirtió en residual.

El encuentro entre procedimientos indígenas y europeos favoreció el nacimiento de una nueva tecnología a partir de las aportaciones surgidas en América, especialmente en Perú y Nueva España[1]. De manera progresiva, las innovaciones en la minería ultramarina de la primera mitad del XVII, unidas a la recesión producida en esta época en la minería de la mayor parte de Europa, situaron a la primera en una posición aventajada frente a la de la metrópoli. Aun así, el intercambio tecnológico entre España y América nunca se vio interrumpido, lo que se reflejó tanto en los avances técnicos de uno y otro lado del océano, como en la terminología empleada por sus artífices.

El aumento productivo de esta época favoreció el interés por una literatura específica que describiera, de manera práctica y en una lengua accesible a todos, los procedimientos óptimos para la obtención y el labrado de metales y minerales, facilitara el intercambio de moneda y auxiliara la comunicación entre los trabajadores. Para ello, era urgente trasladar los conocimientos de los técnicos al romance y dotarlo de un léxico capaz de cubrir todas las parcelas vinculadas con estas artes.

En este contexto social y cultural se publican, ya en castellano, las obras minerometalúrgicas que presentamos a continuación. Todas ellas se redactan, siguiendo la estela de los textos de Biringuccio y Agricola, fuentes imprescindibles en esta época, con una finalidad eminentemente práctica, lo que las nutre de un amplio vocabulario técnico específico de estas áreas especializadas, como se podrá comprobar a través de la consulta de las voces compiladas en este *Diccionario*.

2. OBRAS Y AUTORES MÁS DESTACADOS

2.1. BERNARDO PÉREZ DE VARGAS

Los exiguos datos biográficos conocidos sobre el astrónomo, astrólogo y metalúrgico Bernardo Pérez de Vargas, nacido en Madrid en el primer tercio del siglo XVI, proceden, en su mayor parte, de pequeñas referencias insertas en sus propios textos. En ellas se subraya un origen distinguido y el establecimiento de su residencia en Coín, provincia de Málaga[2].

Fue autor de una novela de caballerías, *Los cuatro libros del valeroso caballero D. Cirongilio de Tracia*, impresa en Sevilla en 1545, y de una serie de obras científicas en que mostró su interés tanto por los campos de la astronomía y la astrología como de la metalurgia.

Al primero de ellos pertenece *La Fábrica del Universo o Repertorio perpetuo*, rareza bibliográfica publicada en Toledo en 1563, que contó con lectores coetáneos como el orfebre Juan de Arfe y Villafañe, en cuya biblioteca personal figuraba un ejemplar.

A pesar de ser un hombre muy entendido en Cosmografía, Geografía y Matemáticas, “se dedicó principalmente al estudio de los metales y de su elaboración y beneficio, materia compleja que exigía grandes conocimientos auxiliares” (Picatoste 1999[1891]: s. v.). A esta área pertenecen la que es su obra más conocida, *De re metallica*, y *De los edificios y máquinas del arte de laborar metales*, manuscrito citado por el propio Vargas en el tratado anterior y cuyo paradero se desconoce.

2.1.1. DE RE METALLICA (1568)

De re metallica, la única obra conservada de su producción minerometalúrgica, fue impresa en Madrid por Pierres Cosin. Su reducido tamaño, en octavo, indicaría que se concibió como un libro portátil, de los denominados “de bolsillo”, apto para que mineros y metalúrgicos pudieran llevarlo consigo en sus labores.

El ejemplar consultado[3], que carece de portada, consta de 206 hojas precedidas por una licencia otorgada en 1564, dedicatorias y una tabla de contenidos, e indica en su última página el lugar y fecha de edición (“En Madrid. En casa de Pierres Cosin. Año MDLXVIII”)[4].

Su título, idéntico al de Georgius Agricola, anticipa la percepción de algunos especialistas de ser un simple plagio de ideas anteriores, al consistir muchos fragmentos en traducciones, con algunos errores, de los textos del propio Agricola y de Biringuccio. La influencia de la *Pirotechnia*, redactada por este último, se percibe, además, en la incorporación al texto de Vargas de algunos tecnicismos de origen italiano, datados en castellano por primera vez en la obra del madrileño, o en la variación de género que se observa en algunos de los términos.

También es apreciable el influjo de Agricola en el empleo de designaciones de vetas y sus partes, como *cabeza* o *cola*, o de nombres de minerales presentes ya en la literatura científica del autor alemán.

Con todo, su mérito “estriba en haber puesto en circulación en lengua castellana una serie de conocimientos químicos, principalmente metalúrgicos, casi en simultaneidad con el resto de países y

lenguas europeos" (Portela 1989: 166), lo que facilitaría, sin duda, el acceso a estos contenidos por parte de los mineros.

Pérez de Vargas justifica la redacción de este tratado por la ausencia de obras en lengua castellana sobre el origen de metales y minerales, su búsqueda, extracción y tratamiento metalúrgico, lo que comportaría un gasto innecesario a la Corona, tanto por el recurso inevitable a expertos extranjeros, como por las cuantiosas pérdidas derivadas de los escasos conocimientos técnicos de los artífices (cf. Pérez de Vargas 1568: IIIv-Vr).

Para solventarlo, afirma presentar una compilación de conocimientos de otros escritores, a los que cita en diversos pasajes y a los que añade su propia experiencia (cf. Pérez de Vargas 1568: Vr-v). Quedarían invalidadas, por tanto, algunas de las críticas vertidas sobre su obra, especialmente si se considera que la reproducción de textos de otros autores era una práctica menos censurable que en la actualidad.

Su intención de reservar, según explica, una parte de sus conocimientos hasta certificar la acogida de su obra (cf. Pérez de Vargas 1568: VIIIr) justificaría la ausencia de referencias a la minería americana y a sus técnicas de amalgamación y beneficio, por aquella época ya conocidas en España y utilizadas en Guadalcanal (Sánchez Gómez *DB~e*: s. v).

La obra se divide en nueve libros de diferente extensión. El primero de ellos, que contiene numerosas referencias a autores anteriores, como Platón, Alberto Magno o Avicena, se centra en la reflexión sobre la materia, la forma y generación de los metales y la posibilidad de su transmutación mediante la alquimia.

En el segundo, expone las propiedades y características físicas generales de los metales, para profundizar en el tercero en las de los más conocidos, su localización y procesos de formación.

En el cuarto, se estudian los "medios minerales", sustancias que "ni bien son piedra ni bien metal" (Pérez de Vargas 1568: 39r), como el azufre, el antimonio, el arsénico, el mercurio y las piedras preciosas.

En el quinto, se enumeran los conocimientos exigibles a un buscador de minas, coincidentes con los expresados por Agricola, así como los métodos de elaboración de las composiciones que ayudan a la fundición de los metales y las técnicas empleadas para ensayarlos.

Los libros sexto y séptimo se centran en los procesos metalúrgicos. En el primero describe las operaciones óptimas para la fundición de las menas metálicas y la fábrica de hornos, y en el segundo trata sobre la separación de los metales que funden juntos, sus posibles aleaciones y la determinación de su fineza.

En los primeros capítulos del libro octavo se refieren las tareas propias de profesionales de la metalurgia, como plateros, aurífices, herreros o estañeros, mientras que los cinco últimos se centran en la alquimia, en un sentido muy cercano al de la actual química, y se describen las operaciones más importantes de esta arte.

El último libro consiste en una ampliación técnica del cuarto, ya que en él se explican los procedimientos de obtención de los medios minerales.

Completa este volumen una iconografía muy básica, pero imprescindible, ya que permite identificar los utensilios empleados en estas artes, como alambiques y alquitaras y sus partes, copelas, vasos o

redomas.

Pese a la evidente semejanza entre el contenido de esta obra y las de Agricola y Biringuccio, su reconocimiento se demuestra con la publicación de una traducción suya al francés, el *Traité singulier de Metallique*, en fecha tan tardía como 1743.

2.2. JUAN DE ARFE Y VILLAFAÑE

El orfebre, tratadista y escultor Juan de Arfe y Villafañe ocupa una de las posiciones más destacadas en su arte en la España de la segunda mitad del siglo XVI. Nacido en León en 1535, perteneció a una larga tradición familiar de plateros, pues tanto su padre, Antonio de Arfe, del que fue discípulo, como su abuelo, Enrique de Arfe, de origen alemán, eran ya orfebres.

Tras establecer su padre un taller de platería en Valladolid, profundizó en el conocimiento de las matemáticas y el latín y completó su sólida formación estudiando, hacia 1555, anatomía en Salamanca con el catedrático de Medicina Cosme de Medina^[5], lo que se reflejará en algunos de los dibujos contenidos en su obra. Tras acabar sus estudios, volvió a Valladolid para montar su propio taller en la calle de la Costanilla, donde ejercían los profesionales de esta técnica en la época.

Si bien en sus inicios debió de limitarse a hacer obras de escasa trascendencia, pronto recibió grandes encargos, como la custodia de la catedral de Ávila en 1564, la custodia procesional de la catedral de Sevilla, “la obra magna de Juan de Arfe” (Sanz Serrano *DB~e*: s. v.), terminada en 1587, y las de las catedrales de Valladolid, de 1590, y Burgos, que culminó en 1595.

Fue asimismo conocido ensayador de la Casa de la Moneda de Segovia, cargo que lo relacionó con la realeza, para la que realizó algunas pequeñas piezas, además de ser encargado de la ejecución de obras concretas en El Escorial.

Desempeñó también una importante labor como experto en aleaciones y ensayos de metales, piedras preciosas, pesos y medidas, lo que le confirió un papel relevante en la Junta de ensayadores convocada por Felipe II en 1585 “con objeto de hacer frente a una serie de irregularidades que se habían denunciado en la práctica de estos profesionales” (Portela 1983a: s. v.).

En cuanto a su producción escrita, destacan las dos primeras ediciones del *Quilatador de la plata, oro y piedras* y *De varia commesuración para la escultura y arquitectura*, publicada en 1585 en la imprenta sevillana de Andrea Pescioni y Juan de León, “cuyo valor pedagógico fue tan grande que [...] se convirtió en el tratado español más veces reeditado” (Bonet Correa 1993: 95).

Arfe falleció en 1603 en Madrid y dejó un destacado legado tanto teórico como práctico, lo que lo convirtió en la máxima figura de la platería española renacentista.

2.2.1. EL QUILATADOR DE LA PLATA, ORO Y PIEDRAS (1572)

El *Quilatador de la plata, oro y piedras*, cuya primera edición, fechada en 1572, fue realizada en Valladolid por Alonso y Diego Fernández de Córdoba, se inscribe en la novedosa tradición impresa de obras europeas que versan tanto sobre la metalurgia en un sentido amplio, como, de manera específica, sobre la orfebrería.

Esta corriente de literatura científica reviste especial importancia en una época en la que el ensayo de metales preciosos alcanzó en Europa una gran precisión y donde España, como destacado centro acuñador de moneda, debía normalizar las proporciones del metal empleado para evitar posibles adulteraciones.

Es en este contexto en el que se inscribe la obra de Arfe, considerada la primera monografía moderna dedicada al tema, “un compendio o prontuario que contiene lo indispensable o imprescindible para un ensayador de metales nobles y un perito en piedras preciosas: un opúsculo, resumen o guía breve de lo esencial en su materia específica” (Bonet Correa 1993: 98).

El *Quilatador* se divide en tres libros. El primero, que trata sobre el ensaye y la aleación de la plata, está estructurado en diez capítulos. Los tres iniciales aclaran conceptos, especifican equivalencias entre las diferentes unidades de peso e instruyen sobre la fabricación de pesas para ensayar la plata. Los capítulos del cuarto al sexto detallan, con gran rigor, los procedimientos metalúrgicos empleados en la afinación, liga y ensaye de la plata, así como los instrumentos utilizados para ello. Los últimos capítulos se dedican a la reducción de la plata y sus aleaciones, la determinación de su valor y la elaboración de puntas para tocarla.

El libro segundo, análogo al primero, “trata del ensaye del oro y cómo se affina por cimientto y se liga para reducirlo a los quilates que quieren, y trátase de la aleación de las puntas” (Arfe 1572: 21r), si bien consta únicamente de nueve capítulos, al ser el que inicia la obra de carácter general.

En el último libro, “se trata del valor de las piedras preciosas que se acostumbran engastar en oro y plata” (Arfe 1572: 40r). En él se describen las características de las consideradas piedras preciosas en la época, así como su procedencia y tallado, para, a continuación, proceder a su valoración.

La obra se completa con 89 ilustraciones de calidad aceptable que plasman escenas cotidianas en el taller, hornos, balanzas, pesas y el tallado de piedras preciosas. Destacan la que representa al propio Arfe colocando una copela en el hornillo y la que muestra su célebre balanza.

Picatoste clasifica la segunda edición de esta obra, publicada en Madrid en 1598 por Guillermo Drouis, como distinta de la anterior, frente a otros bibliógrafos que la consideran una versión muy corregida y aumentada de la primera, ya que agrega los textos legales entonces vigentes con el objeto de hacer referencia a los mismos.

En esta ampliación Arfe se propone, según explica en el prólogo, unificar los criterios de los expertos en el ensayo de las monedas, de las que estudia su parte legal, además de analizarlas y establecer su ley, tras comprobar los insuficientes conocimientos de sus colegas en la Junta de ensayadores de 1585.

En 1678 se publicó una tercera edición titulada *Quilatador de oro, plata y piedras*, en que se funden en un único volumen las dos precedentes. Se aúnan en ella el valor didáctico de la primera y el manual para uso de ensayadores de la segunda, lo que la convierte en una obra útil por su carácter práctico, pero cuya vigencia expiró con rapidez, ya que, según Bonet Correa (1993: 99-100), “una materia como la de las dosificaciones de los ensayos está más sujeta a la historia”.

2.3. JOSÉ DE ACOSTA

José de Acosta fue un misionero jesuita, predicador, teólogo y cronista indiano nacido hacia 1540 en Medina del Campo, y el menor de los nueve hijos una familia acaudalada y de origen converso.

Desde muy joven se sintió atraído por las tierras recién descubiertas en el Nuevo Mundo, por lo que, tras recibir una esmerada educación con los jesuitas y ejercer la docencia en distintos colegios de Castilla y Portugal, solicitó permiso para trasladarse a las Indias como misionero. Embarcó en Sanlúcar de Barrameda en 1571 y llegó a su destino, Lima, de cuyo colegio llegaría a ser rector, en abril de 1572.

Debido a sus labores religiosas, se desplazó por el extenso virreinato entre 1573 y 1578. Visitó Arequipa, Cuzco, Chuquisaca, Juli, La Paz y Potosí, donde observó el funcionamiento de las minas descritas en su tratado misional de 1576 (Del Pino *DB~e*: s. v.).

En 1580 solicitó regresar a España por motivos de salud. Se instaló en 1587 en Madrid y publicó dos libros en latín, *De natura Novi Orbis, libri duo*, impresos en Salamanca en 1588 por Guillermo Foquel. Estos, traducidos al castellano, constituyeron más tarde los dos primeros de su *Historia natural y moral de las Indias*, uno de los géneros más cultivados por los jesuitas.

En opinión de López Piñero (1983: s. v.), Acosta, más que un cronista, fue “un filósofo que se sintió incitado a reconciliar los hechos físicos del Nuevo Mundo, a menudo sorprendentes, con la filosofía natural de Aristóteles, el cual continuaba siendo en la época una importante autoridad en esta materia”, y al que solamente refutaría ante evidencias indiscutibles.

Hasta su muerte, acaecida en 1600 en Salamanca, dedicó su vida a la labor religiosa y a escribir.

2.3.1. LA HISTORIA NATURAL Y MORAL DE INDIAS (1590)

Publicada en 1590 en Sevilla por Juan de León, en 1604 la *Historia* del Padre Acosta había sido ya traducida al italiano, alemán, francés, holandés, latín e inglés. Se editó, además, en numerosas ocasiones en castellano y sirvió como fuente para el *Diccionario de Autoridades*, lo que muestra la relevancia de una obra más científica que histórica, que suscitó “un modelo muy reiterado de descripción monográfica del mundo americano” (Del Pino 2000: 312). Su riqueza en indigenismos acrecienta, además, el interés de la misma como fuente de tecnicismos de origen americano.

Se compone de siete libros que pueden agruparse en dos grandes apartados. Los cuatro primeros se dedican a la “historia natural” y los tres últimos a la “historia moral” de los indios del Perú y México, entendida esta última en su versión aristotélica de “historia humana” (Del Pino Díaz 1980: 482).

En los dos primeros, tras discutir la forma de la tierra y del cielo, intenta explicar la existencia del Nuevo Mundo, contradictoria con las ideas filosóficas anteriores.

En el libro III trata la formación de la vida en una tierra compuesta por los cuatro elementos y describe los fenómenos naturales que se corresponderían con ellos, entre otros, los volcanes, ríos y lagos recién descubiertos.

Los libros V, VI y VII narran, desde una perspectiva antropológica, la historia de los indígenas y sus actividades, con el fin de darlos a conocer y evitar posibles prejuicios, además de conferir veracidad a sus historias (Marín Agreda 1993: 5).

En el libro IV, dedicado a los mixtos naturales, Acosta hace una descripción de los metales y minerales, a los que dedica 15 capítulos inspirados en la obra de Plinio. Tras la presentación de las características comunes entre metales y minerales, animales y plantas, el jesuita destaca la abundancia metálica de las Indias occidentales y resalta el interés de los españoles por los más valiosos, oro, plata y azogue, al ser este necesario para la extracción de los primeros. Dedicó un capítulo completo al oro, las formas en que se encuentra y sus modos de beneficio. A continuación, trata sobre la plata y la manera óptima de fundirla en función de la riqueza del mineral y el lugar de su extracción.

En el capítulo siguiente caracteriza el cerro de Potosí y narra el registro y estacado de las minas por parte de los descubridores, subrayando las riquezas en él obtenidas, con especial mención a la plata.

Describe, después, el labrado de sus minas, la extracción del mineral al exterior y la obtención de la plata fina tras someterla a tratamiento metalúrgico, resaltando la utilidad del azogue empleado en el beneficio. Finalmente, trata sobre los diferentes ingenios con que se muelen los metales y la manera de ensayarlos para conocer su valor.

En cuanto al vocabulario empleado por Acosta, es preciso considerar que no fue un experto en las técnicas minerometalúrgicas, sino un religioso que narra los sucesos presenciados en sus visitas a diferentes zonas mineras, por lo que los tecnicismos recogidos en su obra probablemente no son los más específicos, sino los más comunes.

De estos, se detiene a explicar aquellos que intuye desconocidos para sus lectores por ser indigenismos, caso de *guaira* o *soroche*, ejerciendo así la labor de un historiador y mostrando una curiosidad propia de los hombres del Quinientos.

2.4 JOAN DE BELVEDER

Los escasos datos biográficos sobre Joan de Belveder se sintetizan en la portada de su única obra conocida, donde figura que era natural de Tauste, del reino de Aragón.

Tras entrar como funcionario administrativo al servicio de Felipe II, se trasladó a México y de ahí a la Villa de Potosí, donde “debió ejercer algunos destinos propios de aquellas minas” (Maffei y Rúa 1871-1872: 70), antes de establecerse en Lima. No se sabe con certeza cuándo llegó a Perú, pero “ya desde 1584 se hallaba realizando distintas operaciones comerciales en territorio peruano” (Suárez 2014: 29), entre otras, el cobro de plata a diferentes deudores del regidor de Lima, la compra de mercaderías o el pago de fletes y derechos.

En 1599 viajó a España, pero la entrega de un extenso memorial sobre el Perú al virrey conde de Monterrey entre 1604 y 1606 y las causas que emprendió en la década de 1610 contra diferentes personas por el impago de determinados trabajos certifican su regreso a América.

Su larga estancia en Perú, de más de tres décadas, le reveló la precariedad de la administración y las maniobras dirigidas a burlar el control de la Corona sobre el territorio ultramarino. Este hecho lo empujó a involucrarse en el desarrollo político y social de la colonia, como muestran las propuestas de mejora para Lima y su región que dirigió al virrey o la Corona en forma de memoriales, en los que denunciaba los grandes fraudes cometidos contra la real hacienda y enumeraba las medidas necesarias para ordenar la imposición fiscal.

Según Galé Casajús (2005: 202), el hecho de que Belveder aún residiera en Lima en 1627, junto al traslado a Perú desde Tauste de un niño con su mismo apellido, indicaría que, probablemente, se asentó junto a toda su familia, hasta su muerte, en tierras americanas.

2.4.1. EL LIBRO GENERAL DE LA REDUCCIONES DE PLATA Y ORO DE DIFERENTES LEYES Y PESOS (1597)

El *Libro general de las reducciones de plata y oro de diferentes leyes y pesos, de menor a mayor cantidad, y de sus intereses a tanto por ciento, con otras reglas y avisos muy necesarios para estos reynos del Pirú*, impreso en Lima en 1597 por Antonio Ricardo, se valora en la actualidad por ser uno de los primeros libros de aritmética práctica publicados en suelo americano (cf. Salavert Fabiani 1991: 322; Sánchez Gómez 1997: 156).

Este se inserta en el ambiente de bonanza económica gestado gracias a la explotación de las minas americanas y a la necesidad, en consecuencia, “de efectuar cálculos precisos y a gran escala” (Galé

Casajús 2005: 202) para controlar los metales preciosos enviados a España, motivo por el que este tipo de textos, que gozaron de gran popularidad, resultaron imprescindibles.

Con el fin de contribuir a la erradicación de las infracciones que se cometían en el virreinato, Belveder decidió redactar un libro práctico, dirigido a funcionarios y mercaderes, que facilitara las cuentas mediante el establecimiento de equivalencias entre las monedas atendiendo a los valores oficiales (cf. Belveder 1597: Ilr-IIIr), lo que lo sitúa en la línea del *Quilatador* de Arfe y Villafañe, que podría haberle servido de inspiración (cf. Salavert Fabiani 1991: 325).

La obra, escrita en cuarto, consta de 207 hojas a las que preceden una epístola al lector y dos declaraciones sobre el dineral de la plata de los ensayadores y el valor de diferentes pesos de plata ensayada, respectivamente, junto a la interpretación de su valor.

Se estructura en tres grandes bloques. En el primero informa detalladamente sobre el ensaye de metales preciosos y los pesos y leyes del oro y de la plata, centrándose en el valor de la moneda de cuenta y no tanto en los pesos con que se determina la pureza del metal, al tratarse de un tratado de aritmética. Aun así, emplea en su redacción un número importante de tecnicismos relativos a las técnicas metalúrgicas, como *ensayar* o *quilatar*, sus profesiones *-ensayador, fundidor-*, o instrumentos *-entre otros, hornillo, copela-*, que disminuirá en el resto de la obra, de carácter fundamentalmente matemático.

En el segundo proporciona un conjunto de tablas de reducciones de valores de las distintas piezas de plata de la época, de cambios de monedas y del cálculo para el pago y el cobro de derechos que gravaban mercaderías y metales preciosos. Gracias a estas tablas, precedidas generalmente por precisas explicaciones que facilitan la interpretación de los datos plasmados en sus columnas, se agilizaría la conversión de los valores y se evitarían posibles errores.

En el tercer bloque se ofrecen las reglas generales empleadas en la elaboración de las tablas y se incluyen cuarenta y dos problemas que recrean hechos cotidianos, en los que se hace referencia a las reglas de abreviatura. Para completar esta información, Belveder (1597: 190v) recomienda la lectura de otros textos matemáticos de autoridades de la época, entre ellos, Moya, Euclides, Burgos y Ortega, “adonde hallarán profundidad de ciencia y donde poder ocupar muchos ratos que se gastan en otros entretenimientos, de los cuales se podrán bien aprovechar si quisieren”.

El matemático aragonés pretende con esta obra, en definitiva, facilitar de una manera clara y práctica la consulta de las equivalencias sintetizadas en sus tablas ante la premura con la que, en demasiadas ocasiones, se cerraban las transacciones comerciales en América, atendiendo así al comprometido fin de “procurar el bien común de todos los que d’ella se quisieren aprovechar”.

2.5 GARCÍA DE LLANOS

En opinión de Gunnar Mendoza (1983: VII), es posible asignar la autoría del *Diccionario y maneras de hablar que usan en las minas* al veedor y minero castellano García de Llanos, al ir firmada por él la inédita *Relación del Cerro de Potosí, el estado que tiene y desórdenes de él*, de idéntica caligrafía.

Se desconoce tanto la fecha como el lugar de su nacimiento, aunque es posible deducir, a partir de la escasa información autobiográfica indirecta presente en sus escritos, que era español y, más concretamente, castellano (cf. Alonso González 2002: 24).

Los primeros testimonios de su presencia en América datan de 1598, fecha en que Rodríguez de la Torre (DB~e: s. v.) lo sitúa en Charcas. Con posterioridad se estableció en Potosí con el fin de dedicarse a

labores mineras.

En junio de 1604 fue nombrado veedor^[6] del Cerro y minas de la Villa Imperial de Potosí, cargo que obtiene, según atestigua el alcalde mayor de minas de la población, por su conocimiento del Cerro y por contar con una edad y agilidad óptima para el acceso a las minas y la visita a las labores. Permaneció en este oficio hasta 1608, fecha en que renunció a su puesto, tal vez como protesta ante el nombramiento de un antiguo veedor de escasa valía.

Las abundantes citas latinas bíblicas y de autores clásicos que salpican su *Relación* invitan a pensar que, o bien había cursado estudios universitarios, o era un perfecto autodidacta, por lo que no es extraña la suficiencia y seguridad con que criticó la legislación minera de la época, especialmente la gestión del virrey don Francisco de Toledo.

Probablemente redactó, hacia 1608, una relación no localizada sobre Oruro tras acompañar, como asesor técnico, a don Diego de Portugal en su visita al asiento de Charcas, al ser Llanos un hombre versado en las particularidades técnicas, legales y morales de la minería potosina. Escribió también el *Cuaderno de venta de indios*, fechado hacia 1609 y anterior, por tanto, a la *Relación del Cerro de Potosí* (1610) y al *Diccionario* minero, que compondría a continuación.

A partir de esa fecha, se conocen pocos datos sobre este minero, tal vez por haber recibido algún destino en el mineral de azogue de Huancavelica.

Rodríguez de la Torre lo sitúa nuevamente en Potosí en 1610, fecha en que se certifica la recepción por parte del castellano de ciertos indios de “mita”, lo que confirmaría su restablecimiento en las labores mineras del Cerro. Tras firmar en 1612 un documento titulado “Informe sobre las protestas de los azogueros”, la pista sobre García de Llanos se desvanece.

Íntegro y crítico frente a la corrupción oficial y los agravios padecidos por los indios, García de Llanos ocupa un lugar en la historia como uno de los primeros lexicógrafos de especialidad en tierras americanas.

2.5.1. EL DICCIONARIO Y MANERAS DE HABLAR QUE USAN EN LAS MINAS (CA. 1609-11)

Este repertorio lexicográfico se encuentra integrado en la *Relación del Cerro de Potosí*. Ambas obras suman un total de 300 páginas en formato de 15 x 22 centímetros (Mendoza 1983: XIX). De ellas, el *Diccionario* supone 49, que incluyen un índice alfabético de dos páginas y media, en un tomo de los “Papeles tocantes a las Indias del Exmo. Sr. Marqués de Montesclaros”, depositados en el Archivo del Duque del Infantado (Saignes 1983: LXXXIV).

García de Llanos debió de componer su *Relación* entre 1609 y 1610 (Mendoza 1983: XXIV), y posiblemente también el *Diccionario*, con el propósito de usarlos como fuentes de consulta en las oficinas del virreinato sobre problemas del trabajo minero en Potosí en general, y de la mano de obra en particular.

Durante su estancia como minero y veedor en Potosí, Llanos vio la necesidad de elaborar un glosario como clave terminológica ante las dificultades comunicativas derivadas del uso de tecnicismos con origen en las lenguas indígenas. Este se gestaría a partir de anotaciones preliminares, que acrecentaron finalmente el diccionario minero producido en Lima entre 1610 y 1611. Este sirvió, asimismo, como herramienta auxiliar para comprender la *Relación*, que por su propia naturaleza incluía un número significativo de palabras y locuciones directa o indirectamente relacionadas con el trabajo en las minas.

Las fuentes empleadas para su confección son diversas. Mendoza (1983: XXX-XXI) destaca las orales entre el repertorio de informaciones utilizadas. El conjunto de informantes estaría integrado por mineros y veedores españoles del Cerro, trabajadores indígenas e intérpretes. Junto a estas fuentes habría otras escritas, como glosarios especializados inéditos, diccionarios generales en español o en lenguas indígenas, crónicas históricas o relaciones administrativas.

El *Diccionario* consta de 258 definiciones que carecen de la estructura sintética esperable en un repertorio lexicográfico. Son de carácter enciclopédico, ya que integran información muy variada, tanto de carácter etimológico, muchas veces acertado, como diatécnico, diatópico y de uso sobre los términos compendiados[7], aspecto fundamental para el buen entendimiento entre los trabajadores. Es destacable la presencia de terminología indígena, pues a las 160 entradas de origen americano se suman otras muchas voces de procedencia quechua y aimara empleadas en las diferentes acepciones, lo que evidencia la convivencia de trabajadores originarios de diferentes zonas geográficas en este enclave minero.

La fecundidad de este intercambio, no solo tecnológico sino sociocultural, se muestra, entre otros aspectos, en la recopilación de términos mixtos, formados mediante la adición de elementos constitutivos de dos lenguas indígenas, o bien de un formante indígena junto a otro castellano[8].

En cuanto a su contenido, abarca la clasificación y tipología de los minerales americanos, los procesos de extracción y beneficio y la mano de obra y maquinaria empleadas, así como algunos aspectos empresariales y legales vinculados con esta área. Su objetivo no es el compendio exhaustivo de la nomenclatura, sino selectivo, al recoger las voces indispensables para funcionar como auxiliar terminológico en los asientos mineros.

Se convierte esta obra, por tanto, en una compilación terminológica clave y autorizada en este período, pues no solo contribuye a la comunicación entre los mineros y a la clarificación conceptual en el trabajo administrativo ultramarino de principios del XVII, sino que constituye una fuente especializada para conocer tanto el estado de la tecnología americana, especialmente la potosina, como los tecnicismos propios de la metalurgia y de la minería en la época colonial.

2.6 ÁLVARO ALONSO BARBA

Los datos biográficos sobre este autor, reconocido mundialmente por su vinculación con el ámbito minerometalúrgico, se reducen los que él mismo recoge en su obra, como su lugar de nacimiento en Lepe, donde fue bautizado en noviembre de 1569.

Hijo póstumo de Álvaro Alonso y Teresa Barba, hacia 1588 fue enviado, tras seguir la carrera sacerdotal, a la zona de Alto Perú, donde se inició en el estudio de los minerales y en el tratamiento de las menas de plata (Calvo y Sevillano 1998), asuntos en los que profundizó, tanto en su vertiente teórica como práctica, en cada uno de sus destinos. En 1590 se estableció en Tarabuco, más tarde en otras poblaciones como Tiguanao, Porco, Pacajes y Oruro, y en 1617 fue párroco en la provincia de Lipes.

Sus conocimientos sobre la explotación de los recursos minerales lo llevaron a registrar varias minas y a recuperar materiales descartados por otros mineros mediante la puesta en práctica de sus propias técnicas, con lo que alcanzó una fama notable.

En 1624 se trasladó a la villa de Potosí solicitado por don Juan de Lizarazu, presidente de la Audiencia de la Plata, quien anhelaba conocer sus saberes y experiencias sobre el beneficio de los minerales.

Algunos especialistas consideran que el intenso estudio de los procedimientos metalúrgicos llevado a cabo por Barba no obedecía a un deseo de enriquecerse, sino que fue fruto de una curiosidad innata y un espíritu científico que lo empujaban a “subir más alto en la escala del saber”. Estos principios lo movieron a compartir los provechosos resultados de sus investigaciones con gran desprendimiento (Carracido 1911: 356).

En 1649 pidió autorización para regresar a España, movido por el interés de aplicar sus procedimientos en las minas de plata de Niebla, población onubense con minerales sin explotar. Obtuvo el permiso en 1657 y desembarcó en la península, junto a dos colaboradores, en 1658.

El trabajo que desarrolló en España constituye, según Sánchez Gómez (1997: 194), “una transferencia e importación de técnicas ultramarinas y un proceso de innovación, en todo aquello en que aquellas se revelan escasamente útiles, y plantea asimismo la permeabilidad en las relaciones técnicas entre la metrópoli y los territorios americanos”.

A pesar de su intensa actividad en diferentes explotaciones mineras, Barba no consiguió resultados positivos, por lo que criticó con dureza la política minerometalúrgica de la Corona en los memoriales que dirigió al monarca entre 1659 y 1660. Como resultado de su labor en la península redactó, con más de noventa años, la *Relación de Riotinto*, hoy perdida.

Desalentado por la escasa comprensión que recibieron sus numerosas propuestas de mejora, en 1660 solicitó permiso para regresar a Charcas. Este le fue en un principio denegado, al aducir el rey la necesidad de su presencia en España, pero se le acabó otorgando dos años después. No llegó, sin embargo, a utilizarlo, por sobrevenirle la muerte en Sevilla, justo antes del embarque.

2.6.1. EL ARTE DE LOS METALES (1640)

El Arte de los metales en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro y plata por açogue, el modo de fundirlos todos y como se han de refinar y apartar unos de otros, impreso en Madrid en 1640 en la Imprenta del Reino, se considera el único texto original sobre metalurgia publicado en el siglo XVII. Es una obra americana, “redactada allí y basada en su parte práctica en experiencias plenamente indianas y que solo por razones prácticas aparece publicada en la metrópoli” (Sánchez Gómez 1997: 204). No es extraña, por tanto, la riqueza en vocablos de origen indígena que presenta este tratado^[9].

En él, Barba se propone plasmar una serie de innovaciones con el objeto de aumentar los rendimientos y reducir la duración del beneficio, en función de las características de los materiales. Su virtud principal es presentar sistematizados hechos antes inconexos, además de suponer una “producción reflexiva del pensamiento cimentada sobre muy vasta experiencia” (Carracido 1911: 354).

Su reputación como la primera gran obra de este campo, tras los renombrados autores del siglo XVI, se evidencia en la aparición de traducciones ya en el siglo XVII, como las versiones inglesas impresas en Londres en 1670 y 1674 o dos ediciones alemanas fechadas en 1676 y 1696 en Hamburgo. Se unirían, ya en el siglo XVIII, otras tantas inglesas, alemanas y francesas, leídas con un propósito de conocimiento puro, pero también con una finalidad práctica: “que los mineros ilustrasen con algunas nociones teóricas el empirismo de sus manipulaciones” (Carracido 1911: 357).

A pesar de que, en ocasiones, el interés por la obra se ha reducido al método del beneficio de cazo y cocimiento ideado por el andaluz -quien lo descubrió al calentar un poco de plata molida con mercurio en una cacerola de cobre-, su originalidad radica en la resolución de procesos químicos específicos

mediante la aplicación de una tecnología moderna, algo que hace en primera persona y de una manera práctica.

El *Arte de los metales*, de muy larga gestación[10], consta de cinco libros. El primero de ellos trata sobre la generación de los metales y los materiales que los acompañan, y revela el influjo de algunos de los autores que lo precedieron en la descripción de los minerales, entre los que se encuentra Agricola, cuyas obras inspiran algunos de sus pasajes.

En él “pone de manifiesto su erudición y su conocimiento de la realidad americana” (Portela 1983b: s. v.) y deja entrever sus opiniones frente a la ciencia, como su respeto por las autoridades científicas avaladas por su experiencia personal, su creencia en la observación y la experimentación como fuentes principales del conocimiento científico y su participación de las creencias alquímicas[11] coherentes en el conjunto del sistema de saberes[12].

El segundo libro, considerado el más importante de la obra, “enseña el modo común de beneficiar los [minerales] de plata por azogue, con nuevas advertencias para ello” (Alonso Barba 1640: 37v). Consiste en una esmerada descripción del procedimiento de amalgamación, que se acompaña de diferentes apreciaciones sobre las dificultades que pueden sobrevenir en cada una de las operaciones que lo constituyen. La sencillez con que se detallan estos procesos convirtió este tratado en un libro de referencia para los mineros americanos, cuya modernidad radica en las recomendaciones de repetición de pruebas analíticas para el control del proceso y de determinación de la riqueza del mineral a partir de una muestra.

En el libro tercero se explica el procedimiento de amalgamación por cazo y cocimiento descubierto por Barba en 1590, que perfeccionó con sucesivas mejoras hasta 1617 y cuya trascendencia práctica, pese a su originalidad y su prologada vigencia, es cuestionable, según expertos como Portela Marco (1989).

El libro cuarto, de carácter enciclopédico, se dedica al beneficio de los metales por fundición. Describe en detalle los distintos tipos de horno y su uso, para decantarse por los de reverberación, pese a no ser de uso habitual en la época.

El quinto libro se ocupa de la separación de los metales y puede considerarse, por su carácter práctico, como un apéndice en la línea de los libros de ensayadores o de los manuales prácticos para plateros.

En resumen, este volumen constituye una completa síntesis del conocimiento metalúrgico, incluido el americano, que se tenía en el primer tercio del siglo XVII, cuyo mayor mérito reside en la compilación que hace Barba de toda una serie de pequeñas innovaciones, surgidas de la práctica cotidiana, elevadas a la categoría de auténtica tecnología.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO GONZÁLEZ, Alegría (2002): “El *Diccionario y maneras de hablar que se usan en las minas de García de Llanos: el comienzo de la Terminología Minera en castellano*”, en M. Campos Souto y J. I. Pérez Pascual (eds.), *De historia de la lexicografía*. La Coruña: Toxosoutos, pp. 23-36.

Bakewell, Peter (1989): *Mineros de la montaña roja: El trabajo de los indios en Potosí (1545-1650)*. Madrid: Alianza.

Bargalló, Modesto (1955): *La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial*. Méjico: Fondo de Cultura Económica.

Bermúdez Méndez, Manuel (2006): “Apuntes acerca de Bernardo Pérez de Vargas y su obra literaria”, en *Isla de Arriarán*, XXVIII, pp. 121-141.

Bonet Correa, Antonio (1993): “Juan de Arfe, ensayador de oro y plata”, en *Figuras, modelos e imágenes en los tratadistas españoles*. Madrid: Alianza, pp. 95-104.

Calvo, Miguel y E. Sevillano (1998): “Álvaro Alonso Barba y el *Arte de los metales*”, en *Química e Industria*, 45, pp. 106-111.

Cantillo Nieves, María Teresa (2006): “Los americanismos en el *Diccionario y maneras de hablar que se usan en las minas* (1609), de García de Llanos”, en M. Campos Souto, F. Córdoba Rodríguez y J. I. Pérez Pascual, *América y el diccionario. Anexos de la Revista de Lexicografía*, 2. La Coruña: Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Coruña, pp. 21-30.

Cantillo Nieves, María Teresa (2008): “Terminología minera de origen americano en el *Arte de los metales* (1640), de Álvaro Alonso Barba”, en D. Azorín *et alii* (eds.), *El diccionario como puente entre las lenguas y culturas del mundo. Actas del II Congreso Internacional de Lexicografía Hispánica*. Alicante: Universidad de Alicante-Fundación Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. CD, pp. 628-632.

Cantillo Nieves, María Teresa (2019): “Los nombres de oficios del ámbito minerometalúrgico en los Siglos de Oro”, en *RILEX. Revista Sobre Investigaciones léxicas*, 2(3), pp. 11-32.

CANTILLO NIEVES, María Teresa (2020): *Estudio del léxico especializado de la metalurgia y de la minería en el Renacimiento hispano*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Salamanca.

CASTILLO MARTOS, Manuel (1994): *Minería y metalurgia. Intercambio tecnológico y cultural entre América y Europa durante el periodo colonial español*. Sevilla: Muñoz Moya y Montrabeta.

CASTILLO MARTOS, Manuel (1995): “Intercambio de tecnología minera y metalúrgica entre España y América en los siglos XVI y XVII”, en A. M. Alfonso-Goldfarb (coord.), *História da Ciência: O mapa do Conhecimento*. Rio de Janeiro: Expreção e Cultura.

CASTILLO MARTOS, Manuel (1998): “El marco tecnológico y cultural del desarrollo de la minería y metalurgia americanas. Intercambio con Europa”, en J. L. García Hourcade *et alii* (coords.), *Estudios de Historia de las técnicas, la Arqueología industrial y las Ciencias*. Salamanca: Junta de Castilla y León, pp. 131-147.

CASTILLO MARTOS, Manuel (2004): “Plata y revolución tecnológica en la América virreinal”, en L. Español González, J. J. Escribano y M. A. Martínez García, *Historia de las ciencias y de las técnicas*, vol. 1, pp. 79-104.

CASTILLO MARTOS, Manuel (2006): *Bartolomé Medina y el siglo XVI*. Santander: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria.

CASTILLO MARTOS, Manuel y Merving LANG (1995): *Metales preciosos: unión de dos mundos. Tecnología, comercio y política de la minería iberoamericana*. Sevilla: Muñoz Moya y Montraveta.

DEL PINO DÍAZ, Fermín (1980): “Contribución del Padre Acosta a la constitución de la Etnología: su evolucionismo”, en S. Garma (coord.), *El científico español ante su historia: la ciencia en España entre 1750-*

1850. Madrid: Diputación, pp. 481-517.

DEL PINO DÍAZ, Fermín (2000): "La *Historia Natural y Moral de las Indias* como género: orden y génesis literaria de la obra de Acosta", en *Histórica*, XXIV.2, pp. 295-326.

DEL PINO DÍAZ, Fermín (en línea): "José de Acosta", en Real Academia de la Historia, *Diccionario biográfico español*. <<http://dbe.rah.es/>> (DB~e).

GALÉ CASAJÚS, Enrique I. (2005): "Galería de taustanos ilustres", en M. Á. Pallarés Jiménez (coord.), *Tauste: Agua y vida. IX Centenario de la incorporación de la Villa al Reino de Aragón*. Zaragoza: Ayuntamiento de Tauste, pp. 180-217.

GARCÍA FONT, Juan (1976): *Historia de la Alquimia en España*. Madrid: Editora Nacional.

GÓMEZ URIEL, Miguel (1884): *Bibliotecas antigua y nueva de escritores aragoneses de Latassa aumentadas y refundidas en forma de Diccionario bibliográfico-biográfico*. Zaragoza: Imprenta de Calisto Ariño.

GONZÁLEZ MADARIAGA, M.^a José (2001): "Léxico de la minería y el arte de los metales en el virreinato de Perú", en H. Perdiguero (ed.), *Estudios sobre el español de América*. Burgos: Universidad de Burgos, pp. 663-672.

LATASSA Y ORTÍN, Félix de (1798): *Biblioteca nueva de los escritores aragoneses que florecieron desde el año 1500 hasta 1599*, I. Pamplona: Joaquín de Domingo.

López Piñero, José M. *et alii* (1983): *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*. Barcelona: Ediciones 62.

LÓPEZ PIÑERO, José M. (1999): "Actividad científica y sociedad en la España de Felipe II", en E. Martínez Ruiz (dir.), *Felipe II: la Ciencia y la Técnica*. Madrid: Actas Editorial, pp. 17-36.

MAFFEI, Eugenio y Ramón RÚA FIGUEROA (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 a las ciencias auxiliares*. Madrid: J. M. Lapuente.

MARÍN AGREDA, Pedro (1993): *Estudio de los indigenismos en la Historia Natural y Moral de las Indias del P. José de Acosta*. Madrid: Ed. de la Universidad Complutense de Madrid, 2 vols.

MENDOZA, Gunnar (1983): "Terminología y tecnología minera en el área andina de Charcas: García de Llanos, un precursor", en R. Molina (ed.), García de Llanos, *Diccionario y maneras de hablar que se usan en las minas*. La Paz: Musef ediciones, pp. VII-LXXXIII.

PÉREZ DE VARGAS, Bernardo (2008[1569]): *De re metallica*. Madrid: Consejo Superior del Colegio de Ingenieros de Minas.

PICATOSTE Y RODRÍGUEZ, Felipe (1999[1891]): *Apuntes para una biblioteca científica española del siglo XVI*. Ed. Facsímil. Madrid: Ollero y Ramos editores.

PORTELA MARCO, Eugenio (1983a): "Arfe y Villafañe, Juan", en J. M. López Piñero *et alii*, *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*. Barcelona: Ediciones 62.

PORTELA MARCO, Eugenio (1983b): "Alonso Barba, Álvaro", en J. M. López Piñero *et alii*, *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España*. Barcelona: Ediciones 62.

PORTELA MARCO, Eugenio (1989): "El beneficio de los minerales de plata en la América colonial", en J. L. Peset (coord.), *Ciencia, vida y espacio en Iberoamérica*. Madrid: CSIC, vol. II, pp. 153-167.

PORTELA MARCO, Eugenio (1993): "La química en la Botica de El Escorial", en *La Ciencia en la Botica del Escorial. Actas del Simposium*. Madrid: Ediciones Escorialenses, pp. 207-241.

RODRÍGUEZ DE LA TORRE, Fernando (en línea): "García de Llanos", en Real Academia de la Historia, *Diccionario biográfico español*. <<http://dbe.rah.es/>> (DB~e).

RODRÍGUEZ SAN PEDRO BEZARES, Luis Enrique (coord.) (2004): *Historia de la Universidad de Salamanca*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.

SAIGNES, Thierry (1983): "Diccionario y maneras de hablar que se usan en las minas y sus labores en los ingenios y beneficios de los metales", en R. Molina (ed.), García de Llanos, *Diccionario y maneras de hablar que se usan en las minas*. La Paz: Musef ediciones, pp. LXXXIV- LXXXVI.

SALAVERT FABIANI, Vicente L. (1991): "Notas acerca del *Libro general de las reducciones de plata y oro...* (Lima, 1597) de Juan de Belveder", en F. Bujosa et alii (eds.), *Actas del IX Congreso Nacional de la Sociedad Española de Historia de la Medicina*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza, pp. 321-333.

SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio (1989): *De minería, metalurgia y comercio de metales. La minería no férrica en el Reino de Castilla. 1450-1610* (2 vols.). Salamanca: Ediciones de la Universidad de Salamanca-Instituto Tecnológico Geominero de España.

SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio (1997): "La técnica en la producción de metales monedables en España y en América, 1500-1650", en J. Sánchez Gómez, G. Mira Delli-Zotti y R. Dobado, *La savia del Imperio. Tres estudios de economía colonial*. Salamanca: Ediciones de la Universidad de Salamanca, pp. 17-264.

SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio (2004): "La minería", en M. Silva Suárez (ed.), *Técnica e ingeniería en España. I. El Renacimiento*. Madrid-Zaragoza: Real Academia de Ingeniería-Institución Fernando el Católico, pp. 439-476.

SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio (2005): "La minería y la metalurgia en la época de *El Quijote*", en J. M. Sánchez Ron (dir.), *La ciencia y el Quijote*. Barcelona: Crítica, pp. 227-248.

SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio (en línea): "Álvaro Alonso Barba", en Real Academia de la Historia, *Diccionario biográfico español*. <<http://dbe.rah.es/>> (DB~e).

SANTANDER, Teresa (1999): *El doctor Cosme de Medina y su biblioteca (1551-1591)*. Salamanca: Centro de Estudios Salmantinos.

SUÁREZ, Margarita (2014): "Reforma, orden y concierto en el Perú del siglo XVII: el arbitrio de Joan de Belveder", en *Anuario de Estudios Americanos*, 71, 1, pp. 25-46.

VERNET, Juan (1998): *Historia de la ciencia española*. Madrid: Altafulla.

[1] Para conocer la minería y la metalurgia americanas de esta época, son fundamentales los trabajos de Bargalló (1955), Bakewell (1989), Sánchez Gómez (1997, 2004) y Castillo Martos, entre otros.

[2] Remitimos al estudio de Bermúdez Méndez (2006) para conocer su genealogía y los motivos de su traslado a la población andaluza.

- [3] Nos referimos al volumen 37889 conservado en la Biblioteca General Histórica de la Universidad de Salamanca.
- [4] Picatoste y Rodríguez (1999[1891]) indica que, junto a este dato, en la portada del ejemplar por él examinado figura la fecha de 1569, como se puede comprobar en la edición realizada en 2008 por el Consejo Superior del Colegio de Ingenieros de Minas en Madrid: *“De re metalica. En el qual se tratan muchos y diversos secretos del conocimiento de toda suerte de minerales, de cómo se deven buscar, ensayar y beneficiar, con otros secretos e industrias notables, assí para los que tratan los officios de oro, plata, estaño, plomo, azero, hierro y otros metales, como para muchas personas curiosas. Compuesto por el magnífico cavallero Bernardo Pérez de Vargas. [...] En la noble y coronada villa de Madrid, en casa de Pierres Cosin. Año MDLXIX”*.
- [5] Sobre la figura de este profesor, véase la monografía de Teresa Santander (1999). Para conocer la historia de la universidad salmantina, remitimos a Rodríguez San Pedro Bezares (2004).
- [6] Esto es, “el funcionario oficial que debía asistir permanentemente dentro y fuera de la mina haciendo que el trabajo se desenvolviese en condiciones materiales y funcionales idóneas para asegurar los mejores resultados” (Mendoza 1983: XII).
- [7] Sus características principales y la manera de presentar los abundantes indigenismos que incluye han sido analizadas en Alonso González (2002) y Cantillo Nieves (2006).
- [8] Remitimos a los ejemplos recogidos en González Madariaga (2001), Alonso González (2002), Cantillo Nieves (2006) y Cantillo Nieves (2019).
- [9] Para conocer la terminología minera de procedencia americana que contiene, puede consultarse el estudio realizado en Cantillo Nieves (2008).
- [10] Carracido (1911: 357) calcula que transcurrieron unos veinte años desde que se menciona el encargo de la obra, en 1617, hasta la comunicación de remisión del manuscrito al Consejo, fechada en 1637.
- [11] Remitimos a García Font (1974: 215-224) para ampliar las teorías alquímicas presentes en la obra de Barba.
- [12] “Es en este primer libro [...] donde la presencia de las ideas alquímicas de Barba, sobre todo en lo que se refiere a la formación de los metales, su transmutación, la oposición caliente-frío y la clasificación de los productos del reino mineral, es más notable. Es quizá esta parte de la obra la que ha recibido mayores críticas, acusando al clérigo de arcaísmo. Autores modernos [...], sin embargo, opinan que el trasfondo alquímico resultó altamente práctico a los beneficiadores peruanos en las sucesivas mejoras y adaptaciones del uso del mercurio en la amalgamación, no solo en tiempo de Barba, sino centurias más tarde, en los siglos XIX y XX en una forma renovada de alquimia” (Sánchez Gómez: DB~e).