

# De mano e imprenta: textos científicos y tecnológicos (siglos XVI y XVII)

MANUEL CASTILLO MARTOS  
Universidad de Sevilla

## Introducción

Si el Renacimiento fue el prólogo de la Edad Moderna y el siglo XVI el de Italia, el XVII perteneció a otras naciones europeas: España, Alemania, Inglaterra y Francia. Todas ellas, a excepción de Alemania, nacen precisamente en este momento y se constituyen como estados. El proceso de este nacimiento caracteriza la evolución de ellos y en lo fundamental sigue un curso similar: la expansión del capitalismo y el ascenso de la burguesía produce el debilitamiento de la vieja nobleza feudal, que, sobre todo, pierde su independencia militar.

En el tema que nos concierne, cuando en el XVI Américo Vespuccio, navegante que estaba al servicio de los Médici en España, oyó hablar de los descubrimientos de Colón, la fiebre viajera se apoderó también de él y llegó a aquellas tierras en 1497. Sus informes llegaron hasta el cosmógrafo, impresor y profesor en Friburgo Martín Waldseemüller, que en honor a aquél llamó al Nuevo Mundo "América" en su obra *Cosmographiae introductio*. Este toponímico fue recogido poco después por el cartógrafo y geógrafo neerlandés Gerhard Kremer, Mercator<sup>1</sup>, en su famosa representación geográfica de la superficie de la Tierra *Gerardi Mercatoris Atlas sive cosmographicae meditationes de fabrica mundi et fabricati*, en la que incluye *Hispaniae, Africae, Asiae et Americae* y dice que San Isidoro de Sevilla resplandece en la ciencia matemática europea aún en plena edad moderna.

El descubrimiento de América significó una de las mayores revoluciones de la historia del hombre y comportó importantes consecuencias en lo económico, en la explotación de yacimientos mineralógicos y la metalurgia de aque-

---

<sup>1</sup> Seudónimo de Andrés Buades Ferrer, según Palau y Dulcet, A.: *Manual del librero hispanoamericano*, Barcelona, 1956, tomo IX, pág. 92.

llos minerales, sobre todo de los argentíferos, en la europeización del mundo, en la literatura, que sustituye la novela de caballerías por la novela de aventuras. En la nueva historia cultural<sup>2</sup> se abren dos frentes de investigación: el modo en que los textos y su forma, manuscrita o impresa, organizan la lectura prescrita; y los diferentes tipos de lectura y sus paradigmas en una comunidad. Se acudía al libro para fortalecer el espíritu místico, para compartir las aventuras de los héroes de novelas de caballería, para deleitarse con la bella prosa de escritores, para enterarse de la historia y geografía de remotos países o para conocer las disposiciones legales de la Corona y de la Curia, sin olvidar los logros alcanzados en botánica, medicina, farmacopea, náutica, cosmografía, cartografía, minería y metalurgia, etc. Todo se leía con avidez, los más variados temas aparecían en las cláusulas de los testamentos o en los inventarios post-mortem que prolijamente levantaban los escribanos de entonces.

El imperio español en la época Felipe II ha sido descrito por Fernand Braudel en su estudio *El Mediterráneo y el mundo mediterráneo en la era de Felipe II* (1949), como “una colosal empresa de transporte por mar y por tierra” que requería “el despacho diario de centenares de órdenes y de informes”. La estrategia de Felipe era el polo opuesto a la de su padre. Había de permanecer todo el tiempo posible en un solo sitio, en Madrid o cerca de la ciudad, y pasar muchas horas sentado al escritorio, leyendo y anotando los documentos que le llegaban desde todos sus dominios. No es de asombrarse que sus súbditos le dieran el sobrenombre burlón de “el rey papelerero”<sup>3</sup>. Para comunicarse con sus virreyes en México y Lima, Felipe II y sus sucesores dependían de la partida y el retorno de los barcos que transportaban la plata del Nuevo Mundo en el puerto de Sevilla. El gran problema era el tiempo que los documentos tardaban en llegar al rey, o a la inversa, el que sus órdenes tardaban en llegar a sus destinatarios. Braudel llama la atención sobre la obsesión de los hombres de Estado y los embajadores del siglo XVI por la llegada del correo e impresos diversos. Las demoras eran notables como se sabe.

Es sabido que el Real y Supremo Consejo de Indias —independiente del Consejo de Castilla, del cual había nacido, y desde el 1 de agosto de 1524

2 González Sánchez, C.A.: *Los mundos del libro*. Sevilla, 1999, Secretariado de Publicaciones y Diputación Provincial de Sevilla, págs. 28-29.

3 Briggs, A. y Burke, P.: *De Gutenberg a Internet. Una historia social de los medios de comunicación*. Madrid, 2002, págs. 38-39.

asesoraba al rey— entre sus múltiples atribuciones, ampliadas con el transcurso de los años, estaban redactar y proponer al monarca las cédulas y demás disposiciones; y es fácil comprobar cómo en los preámbulos de las mismas los consejeros demuestran una erudición histórica, legal, religiosa, y a veces, científica y tecnológica que delatan un profundo conocimiento de una bibliografía selecta y especializada. Entre todo el material acumulado por el Consejo para satisfacer esas exigencias se encuentran libros sobre el origen y costumbre de los indígenas, tratados de navegación y derroteros de viajes; descripciones y cartografía de los diferentes territorios de las Indias, abundante documentación sobre materias económicas, de enseñanza, de sanidad, entre otras<sup>4</sup>.

Los barcos que cruzaban el Atlántico no sólo llevaban cartas, sino también libros e impresos. Puesto que los libros eran objetos físicos pesados, la mayoría de los ejemplares tendía a permanecer cerca del lugar donde se había impreso; sin embargo, hay pruebas de su distribución a larga distancia, como lo autentifica el hecho que los barcos que zarpaban de Sevilla o Cádiz transportaban un buen número de cajones de libros solicitados por los colonos indios aficionados a la lectura; otras veces eran los conventos, los seminarios y las universidades los que directamente hacían los pedidos. En otro orden, no se puede subestimar el papel que jugó la censura de la Iglesia católica, el sistema más famoso y extendido de la misma en la época, con su “Index librorum prohibitorum”. Era un catálogo impreso —tal vez sería mejor llamarlo “anticatálogo”— de libros prohibidos que los fieles tenían prohibido leer; y el capítulo 17 del libro segundo de *Norte de la Contratación de las Indias Occidentales*, que Joseph Veitia Linaje publica en Sevilla en 1672 dirigido al conde de Peñaranda, trata “De los registros, carga y descarga de las Flotas, y Navíos de la Carrera de Indias”.

### La ciencia y la imprenta en Sevilla y América en los siglos de la revolución científica

En el panorama científico surge la duda si deben ser citados solamente los logros culturales de los hombres, o las realizaciones que sucedieron en

4 Muro Orejón, A. y Muro Romero, F.: “Los libros impresos y manuscritos del Consejo de Indias”. *Anuario de Estudios Americanos*, vol. XXXIII, Sevilla, 1976, págs. 715-728.

Sevilla. Ambas opciones son igualmente válidas y no vamos a ser excluyentes, de hecho hubo una influencia mutua. Durante el siglo XVI Sevilla se va transformando de ciudad agrícola y provinciana en metrópoli, gracias a albergar la Casa de la Contratación y ser su puerto entrada y salida no sólo de mercancías sino de los conocimientos de la época, hasta convertirse "en el lugar donde late el corazón del mundo".

Esta transformación no hubiera podido llevarse a cabo sin lo americano. Llegando a cambiar tanto la mentalidad que se crearon instituciones para dar cauce a la nueva ciencia y tecnología, sobre todo en la segunda mitad de la centuria, y a la expansión de la imprenta, llegando esta industria a contar con una nómina importante de impresores: Varela de Salamanca, Robertis de León, Maldonado, Pescioni, además de Polono y Cromberger. De los talleres de éste salió en 1539 la primera imprenta para América, y fue a México, siendo su primer impresor Esteban Martín, y la primera obra impresa fue *Escala espiritual para llegar al cielo* de San Juan Clímaco, traducida por fray Juan de Estrada. Cromberger y Polono imprimieron y editaron *Libro de Marco Polo* en la versión castellana de Maese Rodrigo de Santaella, y Robertis de León fue el impresor de las obras de Nicolás Monardes como veremos.

Los libros impresos y los manuscritos fueron valiosos instrumentos en manos de los artífices del descubrimiento y conquista del Nuevo Continente; pero el papel que desempeñaron en la formación de la sociedad virreinal de aquellas latitudes tal vez sea de mayor interés, sobre todo si pretendemos abarcar su dinámica cultural y los esquemas mentales de los agentes que la protagonizaron. El libro, manuscrito o impreso, fue uno de los vehículos esenciales de la transmisión de ideas en la época, un objeto que, desde el principio, intervino en la asimilación de lo americano a la civilización europea. El uso de la escritura sirvió a unos y a otros para consolidar posiciones, reinventar tradiciones y activar identidades.

Los españoles llevaron consigo libros por motivos variados, e imprimieron otros muchos<sup>5</sup> en aquellas tierras hasta convertir al papel en una de las mercancías objeto de trasiego trasatlántico, llegando, a veces, a hacerse de manera ilegal. "Así los señores del Real Consejo de Indias, el 3 de junio de 1698, habiendo visto los autos que en el se han seguido por el señor licen-

<sup>5</sup> Las cuentas de impresión de las Leyes de Indias y de la distribución de ejemplares entre 1654 y 1714 puede verse en el Archivo General de Indias (AGI), Contaduría, 20, y 95-B, ramo 28.

ciado D. Francisco Trelles, fiscal en dicho Consejo contra Juan Romero Gallardo, difunto vecino que fue de la ciudad de El Puerto de Santa María sobre haber llevado de fuera de registro cincuenta balones de papel en la Almiranta de la flota a cargo del General D. Gaspar Manuel de Belasco que el año de 1680 hizo viaje a la Nueva España y contra Francisco Díaz Romero Gallardo, hijo y fiador del dicho Juan Romero "sobre que se de por nula la fianza que otorgó por el dicho su padre por ser menor al hijo de su otorgamiento por que pidió restitución en integrum = dijeron que debían de remitir y remitieron la determinación de esta causa a más de número de señores jueces y lo señalaron"<sup>6</sup>.

Los conocimientos científicos y técnicos divulgados a través de la imprenta muestran una gran variedad y novedad enmarcados en los descubrimientos teóricos y prácticos de la revolución científica. Esta variedad será la clave de cuanto aquí vamos a decir, porque en el conjunto de lo publicado destacan las obras dedicadas a saberes médicos, botánicos, matemáticos, mineralógicos y metalúrgicos.

A lo largo del siglo XVII se dio la quiebra entre lo empírico y la teorización filosófica, en el campo de las matemáticas esto ocurre, por ejemplo, con los tratados de aritmética. Escritos que van a adquirir una derivación teórica heredera de tradiciones establecidas y otra más innovadora de aplicación práctica, en concreto en la resolución de problemas de cuentas y sostenimiento de libros de contabilidad; sin olvidar la relación con la geometría subterránea de tanta utilidad para la minería en profundidad ya en el siglo XVIII. Esta división rompe, sólo en parte, la lógica de la experimentación, originando posiciones científicas en ocasiones contradictorias. Es consecuencia del momento de transición desde la ciencia renacentista hacia direcciones científicas que derivarán en teorías novedosas sobre la naturaleza a través de la experimentación y el conocimiento natural. El viejo y el nuevo orden pervivirán a la par, generando conflictos y rechazos, algo que será objeto de diatribas científicas.

El humanismo es considerado generalmente como la manifestación intelectual más característica del Renacimiento. Y sobre este fenómeno intelec-

<sup>6</sup> AGI, Escribanía, 959, 1675-1699, Sentencias del Consejo. 1698: El fiscal con Juan Romero sobre llevar papel a Indias sin registro (dos autos) (Un balón de papel equivale a un fardo con 32 resmas).

tual han surgido muchas discusiones que podemos ver como intentos de caracterización del mismo. En general no hay acuerdo en una caracterización uniforme del humanismo. Lejos está de nuestro ánimo pretender resolver estas discusiones, aunque enseguida vamos a citar algunos textos científicos que se producen en la época del Renacimiento y más concretamente a lo largo de los siglos de las revoluciones científicas, con la intención de acercarnos a la ciencia, que podemos adjetivar de humanista.

En el siglo XVI Hernando Colón representa al prototipo de humanista. Recorrió ciudades europeas –Francfort, Nuremberg, Colonia, Roma y Venecia, entre otras– buscando libros con los que incrementar el germen de su biblioteca formada por 238 volúmenes hasta más de 15.000 que tenía a su muerte. La biblioteca llegó a parar a la Catedral de Sevilla con la condición de que no se dividiera, pero el Cabildo catedralicio no cumplió las estrictas órdenes de Hernando Colón. Muchos clérigos se llevaban los libros impunemente, una parte de ellos fue enviada a El Escorial para sumarse a la biblioteca de Felipe II, y en el siglo XVII la Inquisición destruyó o mutiló cerca de 600 textos. Esta faceta de bibliófilo no fue la única que caracterizó su vida: Carlos V lo nombró cosmógrafo oficial, en 1517 comenzó a redactar una obra colosal sobre la geografía de España<sup>7</sup> que no culminó, porque el Consejo de Estado temía que incluyese información peligrosa.

Por otra parte, la entrada de libros prohibidos a la América virreinal resultó constante, destacando los de contenido médico y farmacológico. Sabemos que llegan libros que forman parte de las corrientes científicas renovadoras enfrentadas a los saberes tradicionales. Obras que explican algunos de los fenómenos de convivencia entre la ciencia de la revolución científica y la del renacimiento. Los libros científicos pocas veces fueron decomisados<sup>8</sup>, y las acciones de persecución inquisitorial fueron concretas, como el edicto a la pseudociencia astrología judiciaria en la Nueva España, a la que se refiere Elías Trabulse cuando afirma que “La Inquisición o los censores y correctores de libros durante los siglos XVI y XVII siempre identificaron a la ciencia heterodoxa con el ocultismo, la magia, los sortilegios o la astrología judiciaria”<sup>9</sup>. Tanto es así que

7 Un acercamiento a esa obra lo ha hecho Laborda, A., en: *Descripciones de Don Fernando Colón, 1517-1523*, Madrid, 2002.

8 Ver la obra de Leal, I.: *Libros y bibliotecas en Venezuela Colonial “1633-1767”*, Caracas, 1979, Ediciones de la Facultad de Humanidades y Educación, págs. 23-29.

incluso los calificadores llegan a mostrarse descuidados con libros científicos o de curiosidades naturales que habían sido prohibidos por los índices inquisitoriales y son numerosas las licencias que el Santo Oficio de Sevilla concede para “cargar libros a Indias” de medicina, farmacopea, agricultura, botánica, artillería, navegación, aritmética, metalurgia, química, zoología y las crónicas que versan de historia natural, y de autores como San Alberto Magno. Como ejemplo vale una somera relación de las que llegaron a librerías en América: en 1669 a Manuel de Bañuelos y Sandoval; en 1689 a Fernando Romero y Torres, Baltasar de Velasco, Clemente de Herrera, Pedro Halcón; en 1690 a Miguel de Aguinaga y Francisco Ladrón de Guevara; en 1692 a Juan Salvador Pérez, Juan de Sotto Reguera, Lucas Martín de Hermosilla, Miguel Alfonso de Pliego y a Fernando Romero de Torres; en 1698 a Miguel de Luarte; en 1699 a Pedro de Santiago, Pablo Adrián López, Juan López de Haro y a Juan de Sotto Reguera; en 1705 a Pedro de Santiago; en 1708 a López de Haro; y en 1717 a Manuel Suárez, Joseph Alonso de Hortigosa y Juan Rodríguez<sup>10</sup>. También se promulgaron reales cédulas para dar licencias para la impresión de libros en Indias, por ejemplo, la que se promulgó el 19 de marzo de 1647 para “reconocer y saber los libros que en estas partes se imprimen”<sup>11</sup>; y la de 28 de octubre de 1668 con la “prohibición de dar licencia para imprimir libros sin la calidad que según cédula se declara”<sup>12</sup>, y hay una carta (24 de febrero de 1669) “de la audiencia de Quito a S.M. acusando recibo de una real cédula sobre las licencias para imprimir libros”<sup>13</sup>. También el libro del tesorero de la Casa de la Contratación, Veitia Linaje, ya citado, necesitó una licencia de impresión, concedida el 18 de setiembre de 1671, y un año después el impresor de Sevilla Juan Francisco de Blas lo publica<sup>14</sup>.

9 Cita tomada de Rueda Ramírez, P. J.: *El comercio de libros con América en el siglo XVII: El registro de navios en los años 1601-1649*, Tesis Doctoral, leída en la Universidad de Sevilla el 13 de diciembre de 2002, pág. 682.

10 AGI, Contratación, 674 (1623-1739).

11 AGI, Indiferente General, 430, L.41, f° 162 v°-163 v°.

12 AGI, México, 42, N.89, Indiferente General, 429, L.39, f°163 r°-163-bis r° y 444. L.37, f°69 v°. En id. 612, L.8 (01/03/1650- 16/07/1669) se puede consultar un registro donde se asientan en extracto las licencias concedidas por S.M. a autoridades y particulares para embarcar hacia el Perú así como las mercancías (entre ellas constan libros) que pueden embarcarse.

13 AGI, Quito, 13, R.14, N.51.

14 AGI, Contratación, 5785, L.2, f° 294-295 r°.

En territorios virreinales los fenómenos de naturaleza mágica, de interés por saberes astrológicos o la curiosidad por acontecimientos extraordinarios deben ponerse en relación con el mestizaje propio de aquella sociedad. Este tipo de literatura que tiene elementos efectistas puede encontrarse en las expediciones en busca de yacimientos mineralógicos de metales preciosos y su proceso metalúrgico. Estos tesoros auríferos eran los que buscaba el bordador Diego de la Rosa, en pueblos del norte de Quito, provisto de libros de conjuros, anillos mágicos y unas varillas<sup>15</sup>. Ante estos fenómenos los inquisidores comienzan las pesquisas en pos de las quimeras mágicas, ilusiones escandalosas al ser practicadas por españoles junto con indígenas. Los libros aparecen citados como objetos sacralizados en oraciones, conjuros y mandamientos a los demonios.

### Producción bibliográfica: manuscritos e impresos

#### *Navegación, náutica y astronomía*

La Casa de la Contratación alcanzó pronto prestigio intelectual, y eruditos de todos los tiempos han asegurado que sin ella el descubrimiento de las tierras americanas habría sido estéril desde el punto de vista de las ciencias. Las enseñanzas impartidas en ella eran Matemáticas, Geografía, Artillería, Náutica y Cosmografía, entre otras, prestándose especial atención a los dos últimas. El papel que juegan los avances en los navíos, la cartografía y los instrumentos de navegación es conocido. Las bases de la expansión europea tuvieron un punto de partida en el desarrollo de la tecnología naval. Una parte de los saberes, experiencias y habilidades en el dominio de las rutas y corrientes, así como en la aguja de marear, pasaron a los primeros libros escritos por pilotos y matemáticos, si bien éstos ocuparon un segundo lugar prevaleciendo la experiencia marítima. El empirismo de la época permitió conocer derroteros marítimos precisos e hizo que la Casa de la Contratación pusiera las bases de una formación teórica para los pilotos que salieran de ella. Estos eran los responsables del manejo de los instrumentos de navegación y la toma de la latitud, y en gran medida de su habilidad iba a depender que el viaje se efectuara sin contratiempos. Al mismo tiempo se intentaba

<sup>15</sup> Rueda Ramírez: *El comercio de libros...*, pág. 683.

mejorar los instrumentos, procurar su correcto manejo y corregir algunos mapas náuticos, apreciándose en la segunda mitad del siglo XVI un cambio en este sentido. Los textos publicados ayudaron a la resolución de determinados problemas como el uso del astrolabio y el cálculo solar de la latitud. En los bienes *post mortem* de los pilotos se han hallado cartas de marear, libros de náutica e instrumentos para la navegación.

Los tratados de náutica darían un impulso considerable al dominio español de las técnicas e instrumentos de navegación, publicaciones que estuvieron ligadas, de un modo u otro, a la Carrera de Indias y por ende a la Casa de la Contratación con la formación de pilotos, el surgimiento de cátedras y colegios específicos de preparación de navegantes y cartógrafos, etc.

De las publicaciones directamente relacionadas con el personal que trabajó en la Casa de la Contratación queremos recordar, con el ánimo de no ser exhaustivo, aquellas que consideramos más relevantes para nuestro propósito. La de Alonso de Chavez, *Espejo de navegantes*, quien junto a su hijo Jerónimo de Chaves, astrólogo y cosmógrafo, hizo el trazado de importantes mapas que perduraron más de un siglo; y éste además de publicar *Chronographiae o repertorio de tiempos*, obra reeditada siete veces entre 1561 y 1584; tradujo del latín *Tractado de la Sphera* de Ionnanes de Sacrobusto (Sevilla, 1548), obra a la que añadió muchas figuras, tablas y claras demostraciones, juntamente con unos breves escolios necesarios para un mejor entendimiento<sup>16</sup>. Ferviente admirador del Monasterio de las Cuevas, le dejó a su muerte una esfera y una caja grande llena de mapas, según consta en los protocolos de Monasterio.

Pedro de Medina, cosmógrafo real en la Casa de la Contratación, escribió en 1545 *Arte de navegar*, y siete años más tarde introdujo en el título *Regimiento de navegación* editada en Valladolid, siendo tal su eco que en menos de cien años se hicieron quince ediciones. En 1560 da a la imprenta de Sevilla *Tabla o Carta Geográfica de España* y seis años más tarde *Mapa de España grabado en madera, con naves que surcan el Océano. Libro de grandezas y cosas memorables de España* (impresa en Alcalá de Henares con "viñetas de madera muy malas. El papel es pésimo y la impresión no muy buena, con grabados muy toscos en madera que representan ciudades, rosa de

<sup>16</sup> Millares Carlo, A.: *Libros españoles y portugueses del siglo XVI, impresos en la península o fuera de ella*. Madrid, 1977, págs. 316-317.

los vientos”, etc.)<sup>17</sup>, en la que quiere demostrar que España es un país más adelantado que otros.

Andrés García de Céspedes publica en Madrid en 1606 *Regimiento de navegación que mandó hacer el Rey por orden de su Consejo de las Indias* con el ánimo de “corregir algunos errores en las cartas de la Carrera de Indias, y en los demás instrumentos y usos de la navegación”, tema prioritario para el Consejo de Indias, y donde incorpora las novedades expuestas en los trabajos de Copérnico, Reinhold y Brahe<sup>18</sup>.

En Sevilla se editaron otras obras:

Martín Fernández de Enciso, *Suma de Geographia que trata de las partidas & provincias del mundo* (1519 y 1530); y en 1551 salió la obra ya clásica del aragonés Martín Cortés, *Breve compendio de la Esphera y del Arte de Navegar*. En estas obras se enseñaba de una manera didáctica a los pilotos a construir personalmente los principales instrumentos de navegación y su manejo, a ello se añadían consejos prácticos fruto de la experiencia marítima.

Alguno de los mejores tratados de navegación quedaron inéditos por incluir detalles de las costas americanas que la Corona consideraba de alto secreto, así los libros de Juan de Escalante superior a los Medina y Cortés quedaron inéditos.

En esta nómina de hombres de ciencia debemos citar además de Américo Vespuccio, Sebastián Cabot y López de Velasco a Alonso de Santa Cruz, cuyo nombre se extendió con rapidez por haber sido el primero en trazar una *Carta de variaciones magnéticas*, donde describe las propiedades de los imanes, corrige errores de los antiguos y resume los métodos empleados para resolver el problema de la longitud geográfica en el *Libro de las longitudes*, adelantándose en más de 150 años a los trabajos de Halley. A Fernández Falero que en 1535 publicó *Tratado de la esfera y arte de marear*. Por otra parte Juan Bautista Navarrete comunica a la Casa de la Contratación una real disposición de 14 de setiembre de 1655 por la que aprueba la *Carta de marear* que ha hecho el cosmógrafo Sebastián de Ruesta, y que se le ha dado licencia para imprimirla<sup>19</sup>.

17 Ibídem, págs. 241-244.

18 Rueda Ramírez: *El comercio de libros...*, pág. 686.

19 AGI. Indiferente General, 438, L.38, f.º 98r.º-99v.º.

El sevillano Pedro Mexias, literato y astrónomo, fue gran divulgador del saber antiguo y publicó en 1540 una selección de noticias de temas variados *Silva de varia leçon*, obra de la que a final del siglo se habían hecho 17 ediciones, además de traducciones al inglés, francés e italiano. Después de publicar *Historia Imperial y Cesarea* en 1547, una biografía de emperadores desde Julio César hasta Maximiliano I de Austria, Carlos V lo nombra su cronista y le manda escribir la historia de su tiempo, la cual vio la luz con el título *Historia del Emperador Carlos V*, libro que fue muchas veces editado en España y en otros países.

Acerca de la construcción naval Tomé Cano editó en 1611 *Arte para fabricar y aparejar naos*, para poner orden en las ideas que había sobre las dimensiones y hechura de los navíos. La peculiaridad de esta obra radica en que ha sido la primera en ocuparse íntegramente de este tema, aunque había textos manuscritos que aludían a cuestiones polémicas como el tonelaje de los navíos.

El estudio de la geografía es un campo que ha venido consolidándose como tal a lo largo de la Edad Moderna, el propio Hernando Colón recopiló descripciones geográficas con acotaciones descriptivas o mapas donde puede verse un despliegue del mundo a través de sus grabados. Así, fueron muchos los libros que llegaron a América ofreciendo una visión de conjunto de Europa. Una variante notable la forman aquellos dibujantes que enrolados en expediciones dibujaron del natural perspectivas que fueron utilizadas por grabadores y editores para difundir imágenes corográficas de gran valor simbólico. Por ejemplo, el *Theatrum orbis terrarum* de Abraham Ortelio es una vasta recopilación de imágenes que tuvo gran divulgación tanto en Europa como en América. Entre otras imágenes, contenía un mapamundi basado en el de Mercator. Tenía un inconveniente, su alto precio, en 1603 llegó tasarse en 150 reales un ejemplar. Otro ejemplo del interés que había por la materia geográfica y la navegación está en la licencia que pide Francisco Seijas y Lobera en 1688 para poder publicar su obra *Teatro naval hidrografico de los flujos y reflujos y de las corrientes...* y cómo el 7 de setiembre del mismo año recibe Seijas 4.800 reales de vellón para los gastos de impresión que valen 163.200 maravedís<sup>20</sup>.

20 AGI. Indiferente General, 443, L.34, f.º 275 y L.35, f.º 1.

*Matemática y Aritmética*

Las matemáticas en los siglos XVI y XVII eran una fuente básica para todo conocimiento y despertó notable interés porque sirvió de soporte para otras muchas ciencias. La primera obra sobre esta materia en México fue *Sumario compendioso de las quantas* (1556) de Juan Díez, en la que estudia las conversión de la moneda, fija reglas para las transacciones comerciales y resuelve problemas de teoría de números y de álgebra; este libro es comparable a otras que circulaban por Europa. Otros dos libros de similar importancia son *Libro general de las reducciones de plata y oro de Juan de Belveder* (Lima, 1597), y *Libro de plata reducida* (Lima, 1607) de Francisco Garreguilla. Sobre aritmética el primer gran tratado publicado en América se debe a Pedro Paz, contable de la catedral de México, *Arte para aprender todo el menor del arihtmetica sin maestro* (México, 1623) inspirado en manuales españoles antiguos; a este le siguió el de Andrés Reatón *Arte menor de aritmética* (1649).

No obstante, era una materia poco cultivada en la Sevilla del Quinientos, como se manifiesta en el hecho que no hubo cátedra de la misma en los Colegios Santa María de Jesús y Santo Tomás, aunque sí se editaron en 1537 las obras *Tratado subtilisimo de Arithmética y de Geometría* de fray Juan de Ortega y *Practica de Aritmética* de Juan de Andres. Es sabido que Hernando Colón pretendió subsanar las carencias de dichos conocimientos fundando una Academia y Colegio de las Ciencias Naturales pero su muerte cortó el intento y el vacío se prolongó hasta 1587, año que el Ayuntamiento recurrió a los jesuitas para llenarlo. De todos modos como era necesario que los navegantes tuvieran buena formación matemática se expidió una real cédula del 6 de diciembre de 1628 encargando a la Casa de la Contratación la creación de un Colegio de Matemáticas y Navegación en el edificio que ocupaba la Universidad de Mareantes en la collación de Triana. Y este Colegio puede considerarse el antecedente al Colegio de San Telmo que tuvo cédula fundacional el 17 de junio de 1681.

Fueron los pilotos y cosmógrafos de la Casa de la Contratación quienes reunían conocimientos de náutica, geografía y cosmografía, aritmética y geometría y habilidades varias que requerían saber, al menos, los rudimentos de las matemáticas para la construcción de instrumentos de medidas para la navegación de altura y la astronomía. Las matemáticas jugaban un papel

decisivo de preparación para poner en práctica muchas disciplinas. Un personaje que acumuló estos saberes fue Rodrigo Zamorano, que además de profesor de cosmografía construyó instrumentos, mantuvo un jardín de plantas exóticas americanas y otras curiosidades naturales. El resultado de estos trabajos fue multidisciplinar: publicación de *Compendio del arte de navegar* (1581), traducción de obras de Euclides, y sus lecciones de botánica sobre plantas exóticas cultivadas en el jardín de aclimatación que tenía en la ciudad fueron traducidas al inglés en 1603 por Eduardo Wright. La obra de más amplia difusión ha sido *Cronología y repertorio de la razon de los tiempos* (Sevilla, 1585) que circuló durante años por las librerías americanas, teniendo 1654 una nueva edición *Emendado y añadido por el autor con el lunario y fiestas movibles hasta el año 1654*.

Dentro de las traducciones al castellano que se hicieron de la obra de Euclides, está la que de *La Perspectiva y especularia* hizo Pedro Ambrosio Onderiz, Cosmógrafo mayor, e impresa en Madrid en 1583<sup>21</sup>. Pero las obras que, al parecer, tuvieron mayor éxito son las incluidas en las matemáticas aplicadas, por ejemplo, *Arithmetica practica y speculativa* del andaluz Juan Perez de Moya, publicada en Salamanca en 1562 y reeditada tres veces entre 1590 y 1675 y ampliamente difundida en el siglo XVIII. De este autor se ha dicho que era un "divulgador incansable de las matemáticas y sus aplicaciones, exponiéndolas con singular método, elegancia y claridad"<sup>22</sup>. *Libro de Arithmetica Especulativa y Practica, intitulado, El Dorado Contador, contiene la fienza y reglas de contar oro y plata y los Aneajes de Flandes* (Valencia, 1594) de Jerónimo de Santa Cruz, en las que se resuelven problemas empíricos y aparcan problemas meramente especulativos. Estas y otras obras contribuyeron a ir alejándose de las matemáticas escolásticas, y la última de ellas debió ser muy útil a los tesoreros que desempeñaron tareas en la administración americana y a los mercaderes que necesitaban de la escritura de cuentas. En general, los manuales comerciales y bancarios, los libros de cambio de moneda o las obras donde las técnicas mercantiles y financieras se desarrollan aparecen en las listas de libros embarcados hacia América, como muy bien ha estudiado recientemente Pedro José Rueda en su tesis doc-

21 Al final del libro se dice que la edición es de 1584, y en la fe de erratas fechada el año siguiente se dice que no hay edición anterior a la del 85 (Millares Carlo, 1977, op. cit., págs. 146-147).

22 Leal, I.: *Libros y bibliotecas...* pág. 63.

toral ya referenciada aquí. Pero su circulación no sólo estuvo restringida a aquellas tierras, sino que también se difundió por Europa, siendo Italia y Francia los países que más interés mostraron por este tipo de libros. Por ejemplo, *Teatro de los instrumentos y figuras matemáticas y mecánicas* de Francisco Beroaldo se imprimió por primera vez en Lyon en 1602, y los *Elemento de Ecuclides*.

Volviendo al tema de la astronomía fuera del ámbito de la Casa de la Contratación nos encontramos, entre otros, con Simón Tovar que escribió *Del modo de averiguar las Alturas de las tierras, por la altura de la Estrella del Norte, tomada con la ballestilla...* (Sevilla, 1595) para satisfacer los deseos del monarca de sacar del error en que incurrían los mareantes cuando empleaban la ballestilla para observar las alturas de las tierras; la obra de Giovanni Pico de la Mirándola, *Opera omnia Ioannis pici, mirandulae concordiaeque comitis...* contiene el capítulo "De Astrología disputationum" en el libro XII<sup>23</sup>; y Henrich Martín (Enrico Martínez) que en el México de 1598 fue intérprete de la Inquisición en el proceso seguido contra el impresor holandés Adrián Cornelius. Como resultado de la condena, Martín se apropió de los bienes de aquél, incluida la imprenta. Así pudo reunir a su título de cosmógrafo el de impresor, convirtiéndose en una referencia importante de la cultura local mexicana durante el primer tercio del siglo XVII. En su propia imprenta publicó en 1606 *Repertorio de los Tiempos e Historia Natural desta Nueva España* obra pionera en interpretar el intrincado clima de la capital previas mediciones astronómicas<sup>24</sup>.

En 1637 la Cosmografía ocupa un espacio estable en las instituciones virreinales. El primero en ocupar la cátedra creada al respecto, Astrología y Matemáticas, fue el mercedario fray Diego Rodríguez que escribió una sola obra *Discurso Etheorológico del Nuevo Cometa, visto en aqueste Hemisferio Mexicano* (México, 1652); y su sucesor en la cátedra Carlos Sigüenza y Góngora escribió *Libra Astronómica y Philosófica* (México, 1690)<sup>25</sup>.

Un discípulo de Rodríguez, Francisco Ruiz Lozano, fue catedrático de Cosmología y Matemáticas en la Universidad de Lima y publicó *Repertorio*

23 Millares Carlo, A.: *Libros del siglo XVI*. Mérida (Venezuela), 1978, págs. 128-129.

24 Salas Catalá, J.: *Ciencia y Técnica en la Metropolitización de América*, Ranjuez (Madrid), 1994, págs. 69-79, 177-179.

25 *Ibidem.*, pág. 95.

de los Tiempos (Lima, 1665), pero su obra más notable fue *Tratado de los Cometas* escrita a imitación de su maestro<sup>26</sup>.

### *Historia natural: botánica, medicina y farmacia*

Resulta difícil cuando se estudia la ciencia de los siglos XVI y XVII separar nítidamente los distintos saberes que integraban la Historia Natural, especialmente la botánica de la medicina y la farmacopea debido a que en el Nuevo Mundo el estudio de las sustancias naturales tenía un objetivo de aplicación inmediato, y la medicina y la farmacia de la época usaban hierbas y otros productos de la naturaleza como materia básica para obtener medicamentos.

El término *Historia Natural* refleja literalmente el título de la obra de Plinio "El Viejo" sobre la naturaleza, perviviendo hasta entrado el siglo XIX cuando fue desplazado por el de Ciencias Naturales, traducción de la palabra alemana *Naturwissenschaft*. No obstante, el término latino se continúa empleando por naturalistas e historiadores de la ciencia como reminiscencia del amplio uso que se hizo del latín en los primeros siglos de la Edad Moderna por aquellos autores, llegando a representar más del 65% las obras escritas en latín durante los siglos XVI y XVII.

Desde que Cristóbal Colón en su *Diario* hiciera las primeras descripciones naturalistas y antropológicas de las tierras descubiertas han sido numerosos los cronistas que se han ocupado del tema. Las obras de historia natural no han sido un tema puntual y sólo coincidente con los primeros tiempos del europeo en América, sino que ha continuado apareciendo durante siglos, hasta culminar en el XVIII con muy diversas expediciones científicas. Para Sevilla resultó decisivo el cultivo de las ciencias naturales, especialmente la botánica como auxiliar de la medicina y la farmacopea. El intercambio de conocimientos entre las culturas europea y las ancestrales americanas, aztecas e incas por ejemplo, sirvió para que herbolarios, boticarios y médicos de aquí conocieran aquella medicina y farmacopea. Por ejemplo, en la segunda edición del *Tratado breve de anathomia y cirugía* de Agustín Farfán (México, 1592), antiguo médico de Felipe II, aconseja usar varios remedios inspirados en la terapéutica india.

26 *Ibidem.*, págs. 255-257.

En muchos de los inventarios de las bibliotecas americanas no aparecen claramente identificados los libros de medicina y cirugía, pero sí sabemos que llegaron obras como la de Dionisio Daza Chacón, cirujano de Felipe II, con su muy conocida *Practica y Teorica de Cirugía en romance y en latin* (Valladolid, 1582); Juan Calvo con su *Cirugía Universal y particular del cuerpo humano* (Sevilla, 1580); Guido de Guliacio con *Inventario o Colectorio en Cirugía* (1545); el maestro Pedro Juliano con *Libro de Medicina llamado Tesoro de los Pobres con un regimiento de sanidad* (Sevilla, 1543), obra publicada en latín con el título *Summa Experimentorum sive thesaurus pauperum magistri Petri Yspani* y se cree que es el primer libro impreso en Amberes. Por último citaremos los trabajos de Juan Sorapán de Rueros, *Medicina española contenida en proverbios vulgares de nuestra lengua, muy provechosa para todo género de estados, para filósofos y médicos, para teólogos y juristas* (Granada, 1616); Cristóforo Péres de Herrera, *Compendium totius Medicinae... in tres libros divisum* (Madrid, 1614) y de Juan Frago, prestigioso médico toledano al servicio de Felipe II, con *Discursos de las cosas aromáticas, árboles, frutas y otras muchas medicinas simples, que se traen de la India Oriental y sirven al uso de la medicina* (Madrid, 1572)<sup>27</sup>.

En este repertorio de obras llegadas a América hay una, la de Daza Chacón, quien probablemente sabía que los autores que "romancean medicina, sin excepción, tienen público para sus obras como lo atestigua el número de ediciones o reimpressiones que éstas alcanzan"<sup>28</sup>. La lengua vernácula triunfa en el comercio del libro médico de forma general. Daza, médico con experiencia práctica y opuesto al galenismo arabizado, en contacto con Laguna y Vesalio, defiende la importancia de la experiencia, y expone en su libro un amplio elenco de saberes aplicados en campañas militares, hospitales y en la propia Corte, que recogió para que los cirujanos "dispusieran de todo lo bueno que los antiguos y modernos dijeron acerca desta materia". Dentro de libros basados en experiencias está *Teoria y Practica de Cirugía* de Juan de Vigo; para finalizar esta relación merece citarse el de Francisco Díaz *Tratado de todas las enfermedades de los riñones, vejigas y carnosida-*

27 Leal, I.: *Libros y bibliotecas...* págs. 61-62.

28 Rueda Ramírez, P. J.: *El comercio de libros...* págs. 698-699.

*des de la verga y urina* (1588), considerado el punto de partida de la urología moderna.

La medicina europea estuvo presente en América desde los comienzos, pero los españoles acudieron reticentes a desempeñar sus tareas; además, las instituciones médicas fueron asentándose lentamente. El protomedicato y las cátedras universitarias ayudarían a la consolidación de la medicina académica europea a finales del siglo XVI en México y Lima. El ursoanense Francisco Bravo ha sido el primer médico de México que publicó una obra de la especialidad *Opera Medicinaliae*, impresa por Pedro Ocharte en 1570 con una ilustración de anatomía y dos de botánica; y en sus páginas contradice a Monardes sobre el efecto de la sangría en casos de pleuritis. Sobre la sangría va a aparecer en Sevilla en 1583 la obra *Tratado de la utilidad de la sangría en las viruelas y otras enfermedades de los muchachos* de Fernando Valdes.

Con anterioridad la imprenta sevillana dio obras que tuvieron repercusión grande, por ejemplo, *Libro de Medicina llamado Compendio de la salud humana* de Velascus de Tarenta (Imprenta de Cromberger, 1517).

El panorama durante el siglo XVII es el de una medicina que va ganando terreno a la medicina indígena, esta lucha entre tradiciones distintas se revela en *Tesoro de medicina para diversas enfermedades* del anacoreta Gregorio López, donde recoge en forma de recetario sus observaciones prácticas en los jardines de Oaxtepec, en el Hospital de Santa Cruz en la década de 1580. El libro se imprimió en México en 1672 pero circulaba en los hospitales franciscanos de la Nueva España desde mucho antes y aunque levantó sospechas inquisitoriales en el siglo XVIII no llegó a impedirse su uso.



¶ Mexici, apud Petrum O. bart  
Cum privilegio, 1570.

Durante la primera mitad del siglo XVI estudiaron anatomía en Italia varios artistas españoles, algunos tan destacados como Alonso de Berruguete y Gaspar Becerra, y a partir de la segunda mitad del siglo otros lo hicieron en universidades españolas, entre los que figura Joan Arphe de Villafañe que se llamaba a sí mismo "escultor de oro y plata", lo que expresa claramente su autoimagen diferenciada del orfebre como mero artesano. Tan sobresaliente como su producción artística, que incluye piezas tan célebres como las custodias procesionales de plata de Sevilla, Ávila y Burgos, fue su actividad científico-técnica en el análisis químico cuantitativo para determinar la ley de los metales, llegando a dirigir el laboratorio de la ceca de Segovia, trabajos que relata en su libro *Quilatador de la plata, oro y piedras* (Valladolid, 1572), primera monografía dedicada al tema<sup>29</sup>.

Como tratadista de las bases científicas del arte publica *De varia commesuratione para la Esculptura y Architectura* (Sevilla, 1585-1587) dividido en cuatro libros, el segundo de ellos titulado *De la proporción y medida particular de los miembros del cuerpo humano* fue el primer texto impreso en Europa sobre anatomía artística, adquirió pronto gran prestigio y tuvo una vivencia muy prolongada. Entre 1675 y 1795 fue reeditada cinco veces con diversas adiciones y rectificaciones.

Si hay un personaje del siglo XVI que supo aunar la historia natural y la medicina ese fue Francisco Hernández, cuyo talante renovador le llevó a ser de los más tempranos expositores de la circulación pulmonar de la sangre —uno de los descubrimientos más interesantes de la anatomía renacentista europea—, y a preocuparse por cuestiones más allá de la empresa que le llevó a América como adelantado de las expediciones científicas. De su estancia en la Nueva España (1570-1577)<sup>30</sup> salió la obra *Historia Natural de Nueva*

29 Con anterioridad habían aparecido algunas obras que en alguno de sus capítulos trataban el tema, por ejemplo: "Nützlicher Bergbüchlein" y "Probierebüchlein", obras anónimas de principios del siglo XVI, "De Pirotecniā", de Vanoccio Biringuccio (1540), "De Re Metallica" de George Bauer "Agrícola" (1556).

30 Para la obra de Hernández en América está, entre otros, el libro editado recientemente de Pardo Tomás, J.: *El tesoro natural de América, colonialismo y ciencia en el siglo XVI*, Madrid, 2002, págs. 127-176; y Bustamante García, J.: "Francisco Hernández, Plinio del Nuevo Mundo: Tradición clásica, teoría nominal y sistema terminológico indígena en una obra renacentista", *Entre dos Mundos. Fronteras Culturales y Agentes Mediadores*, Ares Queija, B. y Gruzinski, S., (coords.), Sevilla, 1991, págs. 243-268.

*España* que como se sabe pasó por avatares editoriales no afortunados y una accidentada difusión, circunstancias inseparables a la obra. Pese a todo es un hecho incontestable que era la mejor obra producida sobre la materia hasta 1570, año que fue nombrado (11 de enero) protomédico general de las Indias con el encargo especial del Rey de explorar las "plantas, hierbas y otras semillas medicinales que en la Nueva España hay en más cantidad que en otra parte y hacer la historia de las cosas naturales".

En esta magna obra Hernández describió unas tres mil plantas, más de quinientos animales y algo más de una docena de minerales, en total sumaban más de mil folios de texto en latín, divididos en tres mil capítulos y acompañados de más de dos mil ilustraciones. Por otra parte los textos redactados en latín se habían traducidos al castellano y al náhuatl. Como complemento y apoyo de este núcleo principal de su obra, Hernández elaboró otros cinco tratados, dedicados específicamente a ordenar y exponer las indicaciones terapéuticas de los remedios medicinales para diferentes males recogidos por la expedición y probados posteriormente. También redactó un tratado en latín destinado a dar cuenta de los resultados que llevó a cabo durante la epidemia de *cocoliztli*, el extraño y mortífero mal que asoló la Nueva España en 1576. Años después, el médico Juan Barrios en *Verdadera Medicina, Cirugía y Astrología* (1607) detalla una serie de medidas preventivas que el Cabildo de la ciudad de México debía adoptar para combatir las epidemias. Este es un libro valioso por su forma, porque reúne la variada problemática relacionada con la salud, y por su fondo, por contener la aplicación de los grandes tópicos renacentista de la medicina a un espacio americano concreto, por primera vez.

Hernández también escribió, en latín, una obra etnográfica *Las antigüedades de la Nueva España*, fruto de su recorrido por aquellas tierras, con sus correspondientes ilustraciones; un tratado, también en latín, con la descripción del templo mayor de Tenochtitlán y *Libro de la conquista de la Nueva España* en castellano. Estas dos últimas obras estaban basadas en parte en los materiales que, por esa época, estaba recogiendo fray Bernardino de Sahagún para emplearlas en su *Historia general de las cosas de la Nueva España*.

En Italia se ha publicado *Tesoro americano o Rerum medicarum Novae Hispaniae thesaurus* de Federico Cesì, una monumental colección de botánica y zoología exótica basada en la relación de Francisco Hernández.

Ya hemos mencionado que los cronistas han tratado cuestiones de interés diverso, por ejemplo, Gonzalo Fernández de Oviedo en *Historia general y natural de las Indias Occidentales* (la primera parte se publicó en Sevilla en 1525) constituye uno de los esfuerzos más interesantes y logrados por reunir en una obra todo lo que el europeo podía querer conocer sobre aquellas tierras<sup>31</sup>. Historiar de manera general y natural requería hacer una recopilación y ordenada exposición de su naturaleza, incluyendo las minas, y todos los accidentes del relieve, los ríos, las piedras, los árboles, las plantas de todo tipo, las aves, los animales terrestres y marinos, así como los usos que el hombre hacía de esos productos naturales. Esta obra ha sido fruto de los seis períodos que estuvo en América, y que cubrieron más de veinte años de su vida entre 1514 y 1557.

Cuando en 1523 regresa a Castilla aprovecha el tiempo para redactar y publicar *Sumario de la natural y general historia de las Indias*, que se imprimió en Toledo y sale a la luz el 15 de febrero de 1526. Dos meses después, en Sevilla a punto de embarcar para América, Fernández de Oviedo cedió durante diez años sus derechos de esta obra y los de la *Historia general y natural...* a los libreros sevillanos Rodrigo de Ayala y Alonso de Alfaro. ¿Dejaba abierta la posibilidad de una nueva edición sevillana de sus obras?

Con *Sumario...* Fernández de Oviedo pretendía convertirse en el primer autor que escribía una obra europea sobre las cosas naturales de América de manera específica, pues si otras ya lo habían tratado era de modo más superficial y menos intencionada. Parece ser que Fernández de Oviedo llevó consigo esta obra, o un borrador de la misma, y lo usó para escribir parte de su *Historia natural...*

El proyecto de dar a conocer la traducción italiana completa de *Sumario...* se demoró hasta 1534, y Francisco Delicado (sacerdote natural de Martos, autor de la "Lozana andaluza") divulgó en esa lengua antes su opúsculo *Il modo de d'adoperate il legno de India* ("El modo de utilizar la madera de las Indias"), impreso en 1529, con una sugestiva portada.

Dentro del capítulo de las obras generales de los cronistas está *Historia Natural y Moral de las Indias* (Sevilla 1590) del jesuita Joseph de Acosta en la que no pretendió hacer una revisión exhaustiva de los fenómenos y seres

31 La vida y obra de Oviedo puede consultarse en Pardo Tomás, J., op. cit. págs. 23-75.

naturales de América, sino razonar sobre su significado apoyándose en una selección de ellos. Humboldt lo llamó "el Plinio del Nuevo Mundo" por la minuciosa descripción que hace de los animales y plantas americanos, y por la interpretación, revolucionaria para la época, que hace para explicar cómo era posible que existieran animales y plantas en las Indias que no había en otra parte del mundo se hace acreedor al título de "Fundador de la Paleobiogeografía histórica"<sup>32</sup>. Acosta propone tres soluciones posibles<sup>33</sup> a los problemas biogeográficos observados y en ellas introduce argumentos naturalistas y filosóficos. De estas soluciones, una la resuelve en el campo de la Teología, pero al no despejar la incógnita no está muy de acuerdo: "Allí los produjo el Creador e hizo Dios nueva formación de animales", lo que implica una nueva creación diferente a la original, por ello dice Acosta "...cierto es question que me ha tenido perplexo mucho tiempo".

La segunda solución combina factores biológicos, geográficos y religiosos: "Se conservaron en el Arca de Noé y por instinto natural y Providencia de cielo, diversos géneros se fueron a diversas regiones, y en algunas de ellas se hallaron tan bien, que no quisieron salir de ellas, o si salieron no se conservaron". Tiene un carácter teológico-creacionista, pero que se enriquece con la primera formulación histórica de la teoría de la dispersión geográfica y la adaptación biológica de las especies a medios ambientes diversos. No obstante se pregunta Acosta "...¿Por ventura hizo Dios nueva formación de animales?"

Y la tercera solución al problema que plantea, que no la evade, es evolucionista y entra en el pensamiento de Acosta espontáneamente. Para él, todos los animales de América no serían otra cosa que una modificación de los originales de Europa, lo que supone aceptar un cierto transformismo, es decir, un cambio accidental de sus caracteres y luego estos pasan modificados a sus descendientes: "Tambien es de considerar, si tales animales difieren específica y esencialmente de todos los otros, ó si es su diferencia accidental, que pudo ser causada de diversos accidentes, como en el linage de los hombres ser unos blancos y otros negros, unos gigantes y otros enanos..." Pero ter-

32 Sequeiros, L.: "José de Acosta, "Fundador de la Biogeografía", *Boletín de la Comisión de Historia de la Geología de España*, nº,17, Córdoba, 2001. págs. 13-16.

33 Acosta, J.: *Historia Natural y Moral de las Indias*. Sevilla, 1987, edición facsimilar de la sexta, 1792, libro, cuarto, capítulo XXXVI, pág. 272-274.

mina esta razonamiento matizando: "...quien por esta vía de poner solo diferencias accidentales pretendiere salvar la propagación de los animales de Indias, y reducirlos a las de Europa, tomará carga, que mal podrá salir con ella". Este capítulo XXXVI de su *Historia Natural...* está considerado uno de los textos más lúcidos, pese a su brevedad, y que intuyeron (aunque sin aceptarla) la posibilidad evolutiva que Darwin describe y acepta dos siglos más tarde.

Athanasius Kircher, nacido casi un año después de la muerte de Acosta (1601), presenta una visión que podemos llamar complementaria a la de éste en sus obras *Mundus Subterraneus* (1665) y *El Arca de Noé* (escrita en 1673, y publicada en 1675), al considerar que la idea de degradación puede orientar su concepción biogeográfica, ideas que presenta de forma mejor establecida en la última de sus obras, y donde llega a conclusiones cercanas al pensamiento de Bufón.

El libro del padre Acosta fue centro de polémica y dio motivo a cuestiones como estas:

- ¿Cómo se reconcilia la narración bíblica con la presencia de hombres en lugares tan alejados del centro de la religión judía y cristiana?
- ¿Son los salvajes americanos descendientes, caídos después en la barbarie, de pueblos que en otro tiempo fueron civilizados?
- ¿Los diversos pueblos tienen orígenes diferentes y los hombres aparecieron simultáneamente en las distintas regiones de la Tierra?
- ¿Cómo se justifica la filiación directa de Adán de todos los hombres?
- ¿El Diluvio Universal cayó sobre todas las regiones de la Tierra? ¿Fue un Diluvio local?
- Entonces la narración bíblica, ¿fue narración de una crónica local?
- ¿cómo explicar la existencia de una naturaleza distinta a la que nos es familiar?
- ¿Cómo entraron en el Arca de Noé los animales del Nuevo Mundo, y cómo salieron de ella?
- ¿Por qué ninguno de esos ejemplares han sobrevivido en el Viejo Mundo?
- ¿Dios, después de los seis días de la creación, siguió creando aquel mundo nuevo?

En este punto entra en liza Giordano Bruno para quien la presencia de animales y hombres en América no tenía problemas, al contrario, prueba que cualquier tierra produce todo tipo de animales, "no hubo un único primer ejemplar del que procedieran todos y fueran dispersados, sino que en cualquier parte la tierra produjo las cosas desde el principio"<sup>34</sup>. Mientras que para Gerolamo Cardano los hombres fueron generados espontáneamente de la materia, para Andrea Cesalpino todos los animales, incluido el hombre, fueron originados de la materia en putrefacción, y Paracelso negaba que los americanos tuvieran carácter humano, no viven según leyes humanas, sino según leyes de la naturaleza innata, dijo. Y Michel de Montaigne en su obra *Ensayos* (1580) escribió refiriéndose a las tribus brasileñas, "para juzgar a los pueblos no europeos no es posible ni lícito adoptar el punto de vista europeo y cristiano. La humanidad se expresa en una variedad infinita de formas y cada uno llama barbarie a lo que no se acomoda a sus propias costumbres". Los debates sobre "el buen salvaje" y "el mal salvaje" se mezclan con las vicisitudes de la biología y el pensamiento político.

Las observaciones de la naturaleza americana se recopilaron o incluso se llegaron a editar algunos libros en las capitales de los virreinos que no llegaron a difundirse en Europa. Ulises Aldrovandini, cultivador de un jardín botánico en el que deseaba incorporar plantas americanas, pidió permiso al gran duque de Toscana para dirigir una expedición científica a las Indias en 1569 por las dificultades para conocer correctamente las plantas americanas en las obras publicadas. Ahora bien, en 1592 se publica en Madrid *Agricultura de jardines* de Gregorio de los Ríos que se ocupó de las plantas americanas cultivadas en los jardines reales.

Los libros de aplicación de la botánica americana en medicina que se publican en la segunda mitad del siglo XVI representan una lenta adaptación de la medicina europea a las nuevas plantas americanas, sin que esto rompiera el fundamento teórico de los saberes occidentales. El fenómeno corroboró las teorías que apuntaban, desde Alberto Magno<sup>35</sup> y Rufinus, a la existencia de una fauna y flora desconocida para los autores de la Antigüedad. Esto supuso que "la historia del pensamiento, incluyendo el pensa-

34 Rossi, P.: *El nacimiento de la Ciencia Moderna en Europa*, Barcelona, 1997, págs. 63-66.

35 Castillo Martos, M.: "Alberto Magno: Precursor de la ciencia renacentista", *La ciencia de los filósofos*, Arana J., (ed.), Sevilla, 1996, *Thémata, Revista de Filosofía*, num., 17, págs. 91-106.

miento científico, es también una parte de los estudios históricos en su conjunto, cuyo objeto específico es la totalidad de la experiencia humana en toda su variedad en este mundo que gira<sup>36</sup>. Los textos clásicos recuperados por el humanismo como fuente primordial del saber se vieron desbordados por las sustancias que llegaban desde América y Asia Oriental<sup>37</sup>. Un representante destacado de esta corriente es Nicolás Bautista Monardes Alfaro que era señalado entre la gente por su interés en los remedios medicinales americanos, y poseía un huerto en la parte trasera de su casa que daba a la calle Azofaifo, con entrada principal por la Sierpes, donde plantaba aquellas semillas que se hacía traer de América<sup>38</sup>, hechos que expone en su obra *Historia medicinal de las cosas que se traen de nuestras Indias Occidentales que sirven en Medicina* formada por tres partes: la primera editada en 1565, la segunda en 1571 y completada con la tercera en 1574. Libro que ya en 1586 se encuentra en las listas de mercaderes de libros para América<sup>39</sup>.

La obra mayor de Monardes, desde la primera edición, representa una buena síntesis, junto a los jardines de aclimatación de plantas americanas las alusiones a remedios practicados con ellas constituyeron una información de primera mano sobre usos medicinales de un mundo natural desconocido. "Púdelo hacer juntamente con la experiencia y uso de ellas de cuarenta años que ha que curo en esta ciudad".

El abismo señalado por Monardes entre el conocimiento de la materia médica americana y el beneficio que de ella obtenían quienes lo ignoraban, ayuda a entender hasta qué punto fue estrecha la relación entre la expresión de tal idea y la implicación de la Corona en una expedición a la Nueva España que pudiera precisar sobre el propio territorio las ideas expresadas por Monardes.

36 Para profundizar en esta idea consultar Crombie, A. C.: *Estilos de pensamiento científico a comienzos de la Europa Moderna*, Valencia, 1993.

37 La obra de Acosta de, C.: *Tractado de las Drogas y medicinas de las Indias Orientales, con sus plantas debuxadas al vivo*, Burgos, 1578, dio a conocer las características de plantas y especias orientales muy apreciadas en Europa desde la antigüedad.

38 Lasso de la Vega y Cortezo, J.: *Biografía y estudio crítico de las obras del médico Nicolás Monardes*, Sevilla, 1891 y Rodríguez Marín, F.: *La verdadera biografía de Nicolás Monardes*, Sevilla, 1925. En 1988 Padilla Libros realizó una edición facsimilar de estas ediciones y de la edición de la obra del propio Nicolás Monardes de 1574.

39 Rueda Ramírez, P. J. *El comercio de libros...*, pags. 700-701.

Pero también Monardes publicó en Sevilla las siguientes obras:

*Diálogo del Hierro y de sus grandezas y como es el más excelente metal de todos y la cosa más necesaria para servicio del hombre y de las grandes virtudes medicinales que tiene*, dedicada a su paciente el Duque de Alcalá. Fue impresa en la casa de Alonso Escribano en 1571 y en 1574, y traducida al latín en 1580 y al italiano en 1616.

*De sacanda vena in plenitude inter grecos et arabes concordia, al hispanenses médicos*, impresa en casa de Domingo de Robertis 1539 y en Amberes en 1564.

*De rosa et partibus ejus: de succi rosarum temperatura: de rosis persicis seu Alexandrinis: de malis, citris, aurantiis et limoniis libellum*, conoció tres ediciones en 1565, 1568 y 1576.

*Tratado del efecto de varias yerbas*, impresa en 1571.

*De varios secretos y experiencias de medicina*, publicada después de su muerte, en Leyden en 1601.

*Libro que trata de dos medicinas excelentísimas contra todo veneno; que son la piedra Bezaar y la yerua Escuerçonera*, impresa en la casa de Alonso Escribano tres ediciones en 1569, 1574 y 1580, todas dedicadas a su paciente la Duquesa de Bejar.

*Libro que trata de la nieve y sus propiedades y del modo que se ha de tener en el beber enfriado con ella y de los modos de enfriar; con otras curiosidades que darán contento por las cosas antiguas y dignas de saber que acerca de esta materia en él se verán*, se publicaron tres ediciones en 1571, 1574 y 1580; y traducido al italiano en 1616.

El Monardes editor lo vemos en la obra *Sevillana Medicina* de Juan de Aviñón, médico de los tiempos de Pedro I y Enrique II de Castilla el cual estuvo inédito hasta 1545.

Obras destacadas de otros autores fueron:

*Libro de enfermedades contagiosas*, del doctor Franco.

*Thesoro de la verdadera cirujía y vía particular contra la común* de Bartolomé Hidalgo de Agüero donde explica la técnica que llama "de la vía seca" para curar las heridas.

*Modus faciendi* del médico y boticario Bernardino de Laredo, es el primer tratado de práctica de boticarios escrito en castellano.

*Tratado del bálsamo...* de García Pérez de Morales, catedrático de Prima de Medicina en Sevilla.

Cuando hablamos de la nómina de la Casa de la Contratación citamos al sevillano Pedro Mexias, quien publicó en 1547 *Coloquios y Diálogos sobre estudios anatómicos en los cadáveres para conocer el interior del cuerpo humano*.

Como hecho significativo de la nueva mentalidad de fines del siglo XVII fue la aparición de la Regia Sociedad Médica y otras Ciencias de Sevilla, impulsada por quienes querían estar en contacto con las novedades científicas que se estaban produciendo en la Europa posrenacentista. Como se sabe, esta institución tuvo enfrentamiento profesional e ideológico, de inusitada violencia, con los médicos universitarios que eran conservadores. Éstos, de nivel académico menor, envían el 8 de junio de 1694 una carta a otras universidades solicitando ayuda moral "para el exterminio de una sociedad o tertulia que novísimamente se ha introducido en esta ciudad, intentando persuadir las doctrinas modernas de Descartes, de Paracelso y de otros holandeses e ingleses, con el fin de arruinar las de Aristóteles y de Galeno que siempre habían sido las oficiales y católicas". Los *novatores* no repudiaban a Hipócrates, Galeno y Avicena sino que los reconocían como padres de la Medicina, y completaban sus enseñanzas con los descubrimientos que de la Ciencia Moderna se hacían en Europa.

Muñoz Peralta, anfitrión de los primeros socios de la Veneranda Tertulia, hizo valer su autoridad como médico real y consiguió convertirla en la Regia Sociedad, que continuó con sus estudios anatómicos y químicos y fue conquistando el respeto de todos hasta ser fermento de renovación, no sólo en Medicina sino en todo el ambiente científico español, llegando en muchos casos a superar a otras Sociedades y Academias europeas.

Por otra parte, los libros de recetarios prácticos publicados en el XVII siguen en lo teórico a la farmacia galénica, y a los comentarios de Mesué que hace Luis de Oviedo en *Methodo de la collection y reposicion de las medicinas simples y de su correction y preparacion* (Madrid, 1581).

La obra de Dioscórides fue recuperada con criterios filológicos, pero muy pronto interesó a los médicos del Renacimiento como eran Conrad

Gesner, Valerio Cordo y Andres Laguna,<sup>40</sup> y este, después de publicar varias obras sobre diversos aspectos de la medicina, edita en Amberes en 1555, y dedicada al príncipe Felipe la versión castellana con el título *Pedacio Dioscórides Anazarbeo, acerca de la materia medicinal y de los venenos mortíferos*; un año anterior Laguna había publicado unas *Anotaciones in Dioscórides*, versión latina que dedicó al papa Julio III.

No corresponde a la intención de este recuerdo comentar cuanto deber ser alabado en la obra farmacológica Andrés Laguna, sólo mencionamos en este contexto y con acento personal *Discurso breve sobre la cura y preservación de la peste*, que sin duda constituye uno de los mejores opúsculos sobre la peste en el Renacimiento, de la que se hicieron ediciones latina y castellanas<sup>41</sup>.

Este capítulo lo cerramos sabiendo que dejamos sin comentar una buena cantidad de obras, como *Naturae Historia* de Benito Arias Montano que terminó en 1593, y otras dedicadas a recetarios prácticos, y otras que alternan lo mágico con lo experimental, como puede ser la elaboración de jarabes que deben tomarse con jaculatorias propiciatorias; y sin tratar los libros de veterinaria. También las maravillas de la naturaleza, los libros de auto ayuda, las mezcolanzas de recetas y curiosidades; de divulgación médica; del valor terapéutico de las plantas y los consejos para su utilización. En el siglo XVII, en este terreno de reflexión sobre la razón, el orden de la naturaleza y el lugar del hombre en la creación los pensamientos médicos renacentistas van a estar en franca retirada frente a la autoridad eclesiástica y la doctrina tridentina.

### Ciencia y tecnología: minería y metalurgia

El beneficio de los minerales y la explotación de sus metales preciosos configura una de las acciones inmediatas que se pusieron en práctica en la

40 La figura histórica de Laguna ha merecido una copiosa bibliografía desde el siglo XVII hasta la actualidad. Nace en Segovia y su vida transcurre viajera por Europa hasta que fallece en 1559. Y 1999 al cumplirse los 450 años de su muerte su ciudad natal lo hace "año de Andrés Laguna" y en noviembre se celebra un Congreso cuyas actas *Andrés Laguna, humanismo, ciencia y política en la Europa renacentista*, García Hourcade, J. L. y Moreno Yuste, J. M. (coords.) son publicadas por la Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Castilla y León en 2001.

41 En 1999 se publicó en edición facsimilar, con introducción de Juan Riera Palomo, de la edición de 1556 publicada en Amberes.

América recién descubierta, práctica que estaba imbuida de la atmósfera que rodeaba al pensamiento metalúrgico de la época. Las propuestas para auxiliar la situación minero-metalúrgica provendrían de los "colegios invisibles" de espagiristas, grupos residuales de la tradición alquímica del sur de la Península, llegando a constituir esta pseudociencia una microhistoria dentro de los estudios generales de la Historia de la Ciencia y la Tecnología en la América virreinal.

El auge de la alquimia durante el renacimiento y principios de la Edad Moderna se debe, entre otras razones, al patrocinio dado a los alquimistas por parte de algunas cortes reales. Algunos de los principales promotores de la alquimia cortesana con influencia en la América española fueron, Felipe II, los Medici de Florencia, Rodolfo II en Praga, y Leopoldo I, entre otros. Ni siquiera durante la Revolución Científica, en el siglo XVII, se desechó del todo la posibilidad de la transmutación del metal. Antes bien, ésta fue discutida a la luz de los modelos atomistas de la materia. La clásica concepción alquímica de la disolución o descomposición de la materia ya constituida en una forma primera y su posterior reconstitución (*solve et coagula*) no estaba muy lejos de una interpretación como aquella.

Sólo en la medida en que se asumen los conceptos anteriores, podemos entender lo que significó inventar, hallar y descubrir. Y este es precisamente el concepto filosófico que distingue el aprovechamiento de las menas mineralógicas: la explotación y transformación de la riqueza del subsuelo americano. Únicamente asimilados estos presupuestos, podemos hablar de inventores como Bartolomé de Medina y su proceso de amalgamación a gran escala para obtener plata. Estas ideas tuvieron influencia en la literatura especializada, por ejemplo, las obras de Álvaro Alonso Barba y Luis Berrio de Montalvo, quienes en sus escritos no quieren dejar al margen las ideas alquímicas, tal como hicieron en Europa Robert Boyle e Isaac Newton, que a pesar de su propia interpretación corpuscular de la alquimia, seguían ateniéndose al concepto tradicional y vitalista del proceso alquímico.

Hoy vemos al científico como al pensador especialista que se mueve por territorios en los que las fronteras se marcan con precisión; como al tenaz explorador de dominios poblados por edificios (teorías y experimentos) que se definen con nitidez, se relacionan según reglas que obedecen a los principios de la lógica matemática, y se someten a ese cruel juez que es la com-

probación. Pero no siempre fue así. La historia de la ciencia da testimonio de lo difícil que ha sido identificar fronteras en el estudio de la naturaleza, así como expulsar de su seno falsos protagonistas. Cuanto más atrás nos remontamos en el pasado, más patente es semejante hecho; pero que nadie se confunda, ello no significa que no hubiese entonces ni indagación científica ni científicos, sólo que los criterios y posibilidades eran otros.

Entre los personajes que mejor ilustran esa relatividad histórica, esto es, la evolución que ha experimentado la relación de los hombres con la explicación que llamamos científica de la naturaleza es Philipus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, el médico y alquimista suizo conocido como Paracelso.

Una de las grandes aspiraciones del hombre del Renacimiento consistía en trascender las fronteras más allá de su mundo conocido. Salir de su estrecho espacio circundante fue la empresa más anhelada. Así surgió la vuelta a nacer de las artes y las ciencias clásicas, pero sobre todo hallar o inventar, y fue en esta carrera irrefrenable que emprendieron los mejores corazones y cerebros de la vieja Europa, donde surgió el verdadero renacimiento de la humanidad. Sólo en la medida en que se asumen estos conceptos, podemos hablar de aquellos hombres que una vez descubiertos territorios se dieron a la tarea de inventar nuevos métodos para mejorar la metalurgia argentífera en la Nueva España y en el Perú.

Mediado el siglo XVI, las menas de oro y plata en la Nueva España y en el Perú ya no rendían lo mismo que años atrás porque los minerales superficiales que eran de alta ley se habían agotado, y los más profundos de poca ley metálica era costoso su beneficio no compensando en muchos casos su explotación. El método, pues, había que cambiarlo por otro. Pero, ¿cuál?

La propuesta para ayudar a la situación minero-metalúrgica provendría no de los expertos de la Europa central, sino del sur de la península ibérica, en concreto de Sevilla, de la mano de Bartolomé de Medina<sup>42</sup>. En esa ciudad existía una especie de colegio invisible de espagiristas o metalurgistas locales, grupos residuales de la tradición alquímica de la zona andalusí, con los que Medina contactaría y haría ensayos otras veces despreciados.

42 Para la primera biografía completa de la vida y obra metalúrgica de Medina véase Castillo Martos, M.: *Bartolomé de Medina y el siglo XVI. Un sevillano lleva la revolución tecnológica a América*, Sevilla, 2001.

Evidentemente el espagirismo en España, y particularmente en Sevilla, provenía de los mozárabes que la habitaron.

En Sevilla se concentraron hasta finales del siglo XVI los más importantes seguidores de estas teorías y prácticas. Existen varios testimonios y obras que confirman estas tradiciones metalúrgicas relacionadas con la orfebrería de oro y plata, o con la tintura de cueros. Por Sevilla parece que pasó Paracelso invitado por los banqueros alemanes Függer. Hecho no extraño, si tenemos en cuenta que Paracelso era amigo de Sigmundo Függer, y lo presentaría a sus familiares. El propio Paracelso refería en sus obras que tuvo relaciones con espagiristas de la ciudad. Sus teorías más tarde serían aplicadas por los seguidores de la tradición espagírica del azufre, el mercurio y de las sales en la afinación de metales, aplicación que haría Bartolomé de Medina en su proceso de la amalgamación de minerales de plata; o el médico sevillano Nicolás Monardes al utilizar la iatroquímica paracelsiana para obtener sales metálicas con fines medicinales. ¿Habría influido Geber en Paracelso y más tarde éste en los espagiristas sevillanos? Es esta una incógnita que está sin resolver. En cierto sentido, Paracelso no hace en el siglo XVI más que cerrar el ciclo que comenzó Geber.

Este nodo se dio en la Sevilla del Quinientos, ciudad natal de Bartolomé de Medina, inventor del método de amalgamación para beneficiar grandes cantidades de mineral argentífero. Proceso que fue una revolución tecnológica, porque desde que lo puso Medina en marcha en diciembre de 1555 en las minas novohispanas de Pachuca, se consiguió que la minería y metalurgia de la plata irradiara, al poco tiempo, hasta todos los centros minero-metalúrgicos de los virreinos, y ciudades mineras de Europa. Bowles lo expresó claramente en 1775: "Es preciso confesar que los Españoles han sido los inventores de este beneficio y a ellos se debe esta invención de que otras naciones harían mucho ruido si algunas de ellas la hubiera hallado". El método de Medina, conocido también a partir del siglo XVII como "método de patio", tenía una base empírica sostenida en ideas alquímicas.

Que estas ideas de una pseudociencia como la alquimia llegaron a estar presente en la literatura especializada hasta bien entrado el siglo XVIII, es conocido, a lo que sin duda influyó el hecho que el proceso de amalgamación de Medina, de naturaleza claramente espagírica, concitara el interés de nuevos protagonistas, inventores o innovadores de la alquimia como pseudo-

ciencia en una época en la que la química iniciaba sus pasos como una entidad que desembocaría en la formación de ciencia independiente con un *corpus* de doctrina propio a finales del siglo XVIII.

El método de Medina siguió fiel a las pautas básicas dadas por su autor durante más de 350 años en los virreinos americanos; no obstante, han ido apareciendo personalidades hasta finales del siglo XVIII, unas haciendo interpretaciones con teorías alquimistas y otras modificando el método, con mayor o menor éxito, para adaptarlo a las condiciones geográficas, climatológicas y mineralógicas de los centros minero-metalúrgicos con el objetivo de aumentar su rendimiento en plata, y por consiguiente su rentabilidad económica. Dentro del primer grupo está el médico sevillano Juan de Cárdenas (nació en Constantina), profesor en la Universidad de México y médico en ejercicio en aquella capital, que en su obra *Problemas y secretos maravillosos de las Indias* (1591)<sup>43</sup>, no obstante la envoltura del lenguaje alquímico con el que se revisten sus páginas, Cárdenas aborda en ella la primera explicación con voluntad científica sobre el proceso amalgamación de minerales argentíferos; y aún no creyendo en la transmutación del azogue en plata, dice: "La sal se hecha no para que se abraze con nadie, sino que como material caliente servía de dar calor y actuar el azogue, y (...) ayudar a recoger, fermentar y esponjar todo aquel metal, porque mejor la pueda penetrar el azogue y abrazarse con la plata (...) De donde se infiere que si en lugar de sal se hechase cardenillo o cal biva, o solimán, u otro material caliente, como no se consumiese y destruyesse el azogue, haría tanto y mejor efecto que la sal, quando es material más caliente (...) digo que si la sal en lugar de deshacerla con agua, se deshiciere y desatara con vinagre, o en zumo de limas, o en otro liquor que fuese de suyo muy penetrante se sacaría más plata, por quanto daría lugar, a que mejor penetrase el azogue por el metal (...) Últimamente digo que si el metal fuera quemado, y muy recozido, y tan sutil como el polvo de la harina, para que pudiese penetrar por todo el azogue, en tal caso hechandole bastante cantidad de azogue, no le quedaría adarme de plata (...) Todo metal que se criase en tierra caliente, o en la superficie de la tierra o fuera primero requemado con fuego, este tal dará más presto la ley, que el crudio, o el que se da en frigidísima tierra, mayormente en el abismo,

<sup>43</sup> La edición consultada ha sido la transcripción de la edición príncipe publicada en Madrid en 1988, págs. 116-120.

por quanto el que ha gozado de calor, va recocado y esponjado para mejor gozar de la penetración que por todo el haze el azogue”.

Entre las figuras que procuraron el máximo adelanto de la tecnología minero-metalúrgica destacan los andaluces Bartolomé de Medina en el siglo XVI en las minas novohispanas de Pachuca; y en el siglo XVII Juan de Sotomayor en las minas peruanas de cinabrio en Huancavelica, Álvaro Alonso Barba en el esplendoroso Potosí, y Luis Berrio de Montalvo en el México capitalino. La metalurgia autóctona respondía a la idiosincrasia de cada área minera, pero siempre informada en mayor o menor medida por los adelantos de la tecnología europea. Pero el traspaso de conocimientos no sólo se dio en ese sentido, sino que con el tiempo Europa se benefició de los adelantos hechos en América, convirtiéndose en una tecnología de ida y vuelta.

Fue a partir de principios del siglo XVIII cuando proliferó la literatura especializada en el mundo hispano, porque en el siglo XVI fue en los países de centro Europa, de tradición minero-metalúrgica, donde se publicaron las primeras obras. Imposible hablar de todas las relacionadas directamente con la metalurgia virreinal, de plata o azogue, vamos a referirnos en primer lugar a la de Diego Fernández que en una *Historia del Perú* (Sevilla, 1571)<sup>44</sup> contiene en la segunda parte referencias a las minas de Potosí, su historia y la metalurgia empleada. Pero la más relevante es la que sale a la luz en Potosí en 1640 *Arte de los metales, en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro, y plata con azogue. El modo de fundirlos todos, y como se han de refinar, y apartar unos de otros*, del sacerdote natural de Lepe Álvaro Alonso Barba<sup>45</sup>.

El presidente de la Audiencia de Charcas, Juan de Lizarazu, sabía que Barba tenía profundos conocimientos de los procesos metalúrgicos para obtener metal de los minerales como lo había demostrado en dos *Memoriales sobre el beneficio de minerales de plata*, y lo traslada desde el curato de Yotola a la parroquia de San Bernardo en Potosí —de la que toma posesión el

44 Maffei, E. y Rua Figueroa, R.: *Apuntes para una biblioteca española*, León, 1970, edición facsimilar de la imprenta en Madrid, 1871, vol. I, págs. 237-238.

45 Ver: Barnadas, J.: *Álvaro Alonso Barba (1569-1662). Investigaciones sobre su vida y obra*, La Paz, 1986, y García Fernández, M. R.: *Encuentro con Álvaro Alonso Barba (1569-1662). Ilustre metalúrgico “de la villa de Lepe en la Andalucía”*, Sevilla, 1997.

24 de junio de 1635. Nada más llegar, Barba se asombra de la riqueza extraordinaria del Cerro Rico que estaba en su máximo esplendor.

Todos sus conocimientos y experiencias, que no eran pocos, los plasmó en lo que se considera el primer tratado moderno de metalurgia de la plata, *Arte de los Metales...*, del que dijo ser reflejo de “la experiencia que tengo de los muchos asientos de Minas en que he estado, en las provincias de Chichas, Lipes, Charcas, Paria, Carangas, Pacages y Amasijo...” Por otra parte, defiende en sus páginas las ideas de Galileo y comparte las de los alquimistas<sup>46</sup>, de quienes dice que “haciendo anatomía de los mixtos de la naturaleza, reduciéndolos a sus primeros principios, discurren en la materia de los metales”. Merece subrayarse la idea sobre la unidad de la materia que aparece en el texto, y que constituye uno de los postulados esenciales de la teoría alquimista. Ideas que quedan fielmente reflejadas en el título del capítulo segundo del libro tercero: *De la antipatía y simpatía que hay entre los metales, y cosas minerales, como entre los demás de su naturaleza*, donde explica, en términos espagíricos, por qué unas sustancias se unen con algunas determinadas y no con otras y la manera de actuar líquidos usados como disolventes. Asimismo, recoge en parte la teoría de la doble exhalación en la generación de los metales. El padre Barba vivió entre el Renacimiento tardío y el comienzo de la ciencia moderna; y es lógico que en su libro aparezcan figuras de la cultura griega, latina, árabe, y de sus coetáneos con los que unas veces estaba de acuerdo y otras no. Barba buceó en los textos de Aristóteles, Teofrastros, Dioscórides, Plinio, Galeno, Raimundo Llull, Paracelso, Agrícola, Cardano y Porta; así como en la Biblia, y en toda obra que tuviera relación con el tema.

La publicación de *Arte de los metales...* fue objeto de disputas entre quienes no querían emplear el método de Barba “cazo y cocimiento” (los azogueros de Potosí), y los partidarios de él (los oficiales reales). Lizarazu firme valedor de las ideas de Barba quería darlas a conocer entre los metalúrgicos y consiguió que los diputados de Potosí aprobaran su publicación el 1 de mayo de 1637, y lo remitió al rey junto con un escrito al Consejo de Indias. Y en 1640 sale la primera edición en Potosí, a la que seguirían, hasta

46 Salazar-Soler, C.: “Álvaro Alonso Barba: Teorías de la Antigüedad, Alquimia y creencias prehispánicas en las Ciencias de la Tierra en el Nuevo Mundo”, en Ares Quejía y Gruzinski, op. cit. págs. 269-296.

hoy, 39 ediciones<sup>47</sup>, de las cuales 13 se hacen en España –la última de 1995–, 5 en Latinoamérica, 4 en el Reino Unido, 1 en los Estados Unidos de América, 4 en Alemania, –una de ellas en 1739 bajo el título de *Bergbüchlein*–, 3 en Austria, 5 en Francia, 3 en Holanda y 1 en Italia. Además, al poco tiempo de su primera edición fue reseñado en las revistas científicas *Philosophical Transactions* y en *Journal des Savants* (1674).

El “método de cazo y cocimiento” (método de Barba) se empleó ampliamente en los ingenios andinos, y también en aquellos lugares de la meseta mexicana donde un clima frío hacía muy lento el método “de patio” de Medina. Y *Arte de los Metales...* se utilizó ampliamente para fines docentes y prácticos, en escuelas de minas y en centros metalúrgicos de América y Europa. En 1779 Jorge Escobedo y Alarcón, personaje ilustrado, creó una Academia y Escuela de Metalurgia en Potosí con el propósito de que la ciudad volviera al esplendor pasado, y recomendó como libro de texto el de Barba. Asimismo, en el Real Seminario de Minería de México, en 1854, las enseñanzas de Docimasia y Metalurgia se desarrollaban según éste.

También en el siglo XVIII, el “método de cazo y cocimiento” fue adoptado en Europa como modelo para mejorar la amalgamación e interpretar científicamente el proceso a la luz de la química moderna. Incluso Ignaz von Born tomó la idea de Barba para construir su sistema de amalgamación: “método de barriles o toneles”.

La autoridad en cuestiones metalúrgicas de Alonso Barba se consagró a raíz de la publicación del libro, y su nombre se extendió por toda América y Europa y puede decirse, sin ambages, que constituye una de las aportaciones decisivas, desde la literatura hispánica, en la historia de las ciencias y, sobre todo, de la tecnología.

Por último nos vamos a referir a los “Informes” del astigitano de la primera década del siglo XVII, Luis de Berrío y Montalvo. Entonces estaba generalizado el proceso de amalgamación de Bartolomé de Medina y con él la demanda de azogue. Huancavelica y Almadén, los dos centros principales abastecedores de azogue, no siempre podían abastecer todo el requerido, y a la Corona le interesaba conseguirlo en sitios cercanos a las minas de plata, y

47 García Fernández: *Encuentro con...*, pág. 70.

evitar los gastos y posibles fraudes al traerlo de las minas de Venecia, Idria, Filipinas o de Kwei-Chow (China). Aunque las minas novohispanas tenían un cinabrio de baja ley comparado con el de Almadén –en los mejores momentos se llegó al 2% frente al 10% de ley media del mineral castellano– había interés por descubrir nuevos yacimientos en la Nueva España porque “el azogue que entre en el reino se puede convertir en plata..”. y Luis de Berrío era partidario de explotar aquellos yacimientos porque “sale el azogue de Nueva España más barato que el que viene de España...” Por ello, casi recién llegado se ofreció para descubrir, poblar y explotar minas de azogue en Nueva España, y el virrey, García Sarmiento de Sotomayor, conde de Salvatierra, lo envió, en 1646, con varias comisiones a hacerlo<sup>48</sup>. En un “Informe” de 20 de julio de 1650 Berrío animaba a esta práctica, calculaba cuánto costaba el quintal de azogue, detallaba el utillaje y avíos necesario, la especialización de las personas implicadas en ello, etc. No obstante, los resultados en la minería novohispana nunca resultó muy satisfactoria, y las causas no son simples, entre otras, estaba que los recipientes estaban hechos de materiales inadecuados para el uso que se les iba a dar, y no se conocía bien cómo realizar las operaciones metalúrgicas. A ello había que añadir la falta de apoyo técnico, sobre todo en el diseño de hornos y el poco apoyo financiero que recibió de la Corona que no quería involucrarse demasiado.

Donde más destacó Berrío fue en la minería y metalurgia argentífera, sobre todo a partir del 22 de setiembre de 1643 cuando una real provisión lo designaba Juez administrador de las minas de Nueva España, y al interés que ya había manifestado por las minas de azogue unió el deseo de explotar las de plata con un método que aminorara el consumo de aquél<sup>49</sup>. Luis de Berrío durante su estancia en la Nueva España estuvo siempre interesado en mejorar la minería metalurgia de azogue y plata, y a ello dedicó diversos escritos:

“Informe sobre las minas de Taxco, y modo de beneficiarlas” (México, 1643).

“Informe al Virrey, Conde de Alva de Aliste y de Villaflor”, desde las minas de Pachuca el 29 de octubre de 1650, con la intención de que se pueda dar “beneficio a todas las minas de oro y plata, por antimoniosas, azufrosas,

48 Lang, M. F.: *El Monopolio estatal del mercurio en el México colonial (1550-1710)*, México, 1977, págs. 265-281.

49 AGI, México, 75.

cobrizas o plomosas que sean, y de la dificultad de los metales negrillos del Perú" (México, 1650).

En 1652, informó de las ventajas que presentaba la amalgamación de los minerales argentíferos frente a la fundición, dando consejos después de hacer ensayos en Guanajuato, Pachuca y Tasco para que se emplee agua de jarillas obtenida a partir de la barrilla, nombre con el que generalmente se conocen las "cenizas" de algunas plantas del género *Salsola L.*, especialmente ricas en carbonato de sodio, para mantener el pH en un valor adecuado que facilitara el proceso.

De todos los Informes destaca el que redactó en México en 1643 en sesenta páginas, y dedicó al virrey: "Informe del nuevo beneficio que se ha dado a los metales ordinarios de plata por azogue y philosophia natural a que reduce el método y arte de la minería para excusar a todos la perdida y consumido de azogue y a los antimoniatos, con las causas de que procede, que hasta hoy no se han alcanzado de que resultara mayor ley de plata, y ahorro de costa, y poderse dar fundición a los metales ricos sin perderse liga de plomo, ni el consumido ordinario de la greta o almartaga", considerado un manual de metalurgia, y los que lo han desprestigiado por utilizar expresiones y términos alquímicos, no han tenido en cuenta que ese era el lenguaje que impregnaba la literatura metalúrgica de la época. Iba dirigido a los que trabajaban en la amalgamación de minerales de plata, y estructurado en veinte capítulos que reflejan su formación jurista.

El primero de ellos es el que más crítica ha soportado por decir que los astros influyen sobre el origen del mundo y la creación de los metales, llegando, en este punto, a citar el Génesis de la Biblia, y decir que su formación se produce por la unión de los dos elementos alquímicos fundamentales: mercurio (azogue) y azufre, aprovechando sus propiedades de calor, frío y humedad.

El núcleo de la obra es el beneficio por amalgamación de los minerales argentíferos. En estos capítulos (VII-XV) sigue la costumbre de la época, que, como hemos dicho, es impregnar este tipo de obras con ideas alquímicas. No obstante, Berrio es uno de los primeros en citar libros y trabajos de Ibn Sina (Avicena), Hipócrates, Alberto Magno, Tomás de Aquino, Grevero, Raimundo Llull, Reinaldo de Villanoba, todos relacionados con la purificación de plata y oro por amalgamación. Esta circunstancia no quita mérito al

Berrio empirista cuando describe la naturaleza y propiedades de los minerales de plata y oro y su forma de purificarlos: "Con arte se puede imitar la naturaleza siguiendo su orden. La materia del oro y plata es azogue mineral muy puro, la forma es el mineral de sulfuro de plata y oro, que informando a este azogue lo cuaja en plata. El medio o unión de estos dos extremos húmedo y seco, consiste en calentar el azogue frío, y humedecer el sulfuro o metal de plata seco; y desecar con ello al azogue con que adinuicem (sic) se preparan. Y siendo seca la plata y oro se humedecen y disuelven, y el azogue líquido empieza a tener cuerpo seco de su plata y oro que la atrae, y tira hacia sí la humedad que muestra en lo exterior, para que ningún metal imperfecto de cobre y otros que están revueltos en el metal de las minas desequen, ni lleven tras sí la humedad de dicho azogue que lo deshace, desune y sobreagua, permitiendo tan solamente, que el sulfuro de Plata, u Oro llegue y liquide su sequedad natural con la humedad de dicho Azogue, de quien se deja cuajar, e informar: entrando en él por medio de dicha materia, que participa de su forma, como medio, y en el fin, como extremo".

Después de referir cómo purificar el azogue, habla de los otros ingredientes, "alumbres, sales y alcaparrosas que se hallan en las mismas minas de plata y oro, o cerca de ellas..." y explica la manera de hacer la amalgama. Justifica el uso que hace de la Alquimia "porque todos los Filósofos que trataron de la Piedra Filosofal, conocieron las preparaciones del azogue y de la materia que están en las minas de plata y oro; y que la quintaesencia que pretendieron formar de los mismos metales para cuajar el azogue en plata se halla con abundancia en las minas de esta Nueva España, de Perú y demás reinos, resolví disponer esta materia por la ciencia de aquellos, que con demostraciones ciertas e infalibles enseñaron a purificar la materia, para que recibiese la forma que pretendieron hacer con arte para cuajar el azogue en oro y plata..."

Consciente que podría estar mal visto emplear términos alquímicos, Berrio dice: "Apliqué con novedad al arte de la minería las reglas antiguas que dijeron por tantos enigmas muchos autores que filosofaron esta ciencia natural, verificándola con experiencia que he hecho de siete años a esta parte, en que he hallado ahorro de grandes dilaciones de tiempo que se está en beneficiar el metal y gasto de magistral y sal y ocupación de mucha gente en repasarlo". Pero distingue entre el mercurio alquímico y el químico, es decir

el que es sólo una idea o principio de causas y efectos, y el elemento químico en procesos como la amalgamación.

Enterado Felipe IV del "Informe" dice al virrey, el 5 de agosto de 1645: "Sobre las minas de plata en Nueva España, lo que importa es que Don Luis de Berrio prosiga en el beneficio de la plata, como se ha comenzado,..." Después le conmina a que le informe de "los adelantos para que yo pueda hacerle merced conforme a lo que hubiere merecido su cuidado, ... y siempre le alentaréis mucho y le diréis la estimación grande que haré de este servicio,..."

Luis de Berrio, junto con Jerónimo Becerra y Juan del Corro, entre otros, formó parte del grupo de técnicos que ejercieron su labor en la Nueva España en el siglo XVII, representando la relación entre los letrados y los técnicos, colaborando con la Real Audiencia y con la Casa de Moneda. En el incipiente devenir y consolidación de una ciencia nacional Berrio fue capaz de introducir y difundir conocimientos en una sociedad que estaba en vías desarrollo, incorporando los aportes que se estaban produciendo para consolidar su estructura económico y social.