

ALVARO ALONSO BARBA

METALURGO DEL SIGLO DE ORO

EXCMOS. E ILMOS. SEÑORES. SEÑORAS Y SEÑORES:

Se nos ha invitado a trabajar para que, con conocimiento, con perspectiva, con serenidad y en paz, recordemos y profundicemos en la epopeya del Descubrimiento, una acción realizada con dificultades y padecimientos cuyos hechos heroicos, históricos y legendarios han sido ya descubiertos en prosa y verso. El Descubrimiento fué, acaso, recíproco, pero descubrimiento, no solamente encuentro y mucho menos invasión o encubrimiento, ya que hizo que se conociera la existencia de una cosa y su verdadera naturaleza, se encontró algo que era desconocido. Lo mítico, lo fantástico, y hasta lo trágico, acompañó a la gesta, al conjunto de hazañas y hechos heroicos. Fué todo tan nuevo, tan grande, tan glorioso, tan digno de la fama alcanzada que quien quiera bien entender la historia hecha por hombres, entenderá, sin dejar <sup>de</sup> condenarlas, las atrocidades denunciadas por el obispo de Chiapas: por cierto, pacientemente escuchadas en su día por el Rey y sus reales consejeros.

España se situó en la Edad Moderna como protagonista de la Historia Universal con un hecho que aunque hubiera sido sospechado no había sido descubierto, y ello exige que cuanto hito -y fue mucho en poco tiempo- no se juzgue con leyes pensadas a este lado del Océano sin tener en cuenta al menos dos cosas: una, que el hecho, ya se ha dicho, fué inmensurable y sigue siendo único; y la otra, que hubo el tajo de un Océano por medio.

El Nuevo Mundo planteó problemas perentorios, inmediatos, distintos; problemas sin fin, para unos pocos aunque fueran gigantes. Porque ¿cuántos descubrieron? ¿cuántos pelearon? ¿cuántos cristianizaron? ¿cuántos educaron? ¿cuántos ingeniaron? ¿cuántos administraron?. Todos, muy pocos, menos de los que hoy caben en su barco. Es verdad que España no estuvo sola en el mundo de los siglos XVI y XVII pero estuvo como ninguna otra nación, como ninguna otra sociedad, como ninguna otra fé.

„Querellémonos, busquemos, indagemos... Hágase historia, pero no vuelva a escamotearse la verdad a aquel hecho irrepentible sacándolo de su tiempo, silenciando leyes. Escribáse de una vez, una teología de la reconciliación.

Todo fué un milagro -dice Don Manuel Alvar- para quienes tuvieron la dicha y la gloria de llegar con las primeras naves a unas playas que vinieron a ser la imposible Colina de los Asfódelos, donde, según Homero, se renovaba el hombre, purificados sus cuerpos, renacidas, limpias, las almas, abandonados los recuerdos.... ¡Cuánto sabían aquellos griegos! Todo era distinto -sigue diciendo Alvar- gigantesco y luminoso, radiante y cálido para disipar las últimas nieblas de las pesadillas. Y el caballero que buscaba andamios librescas descubrió la vida nueva y se convirtió en hombre nuevo". Mi caballero, señores, se llamó Don Alvaro Alonso Barba.

Estoy viendo que este discurso me va a salir imperioso e imperial; porque así lo he deducido de lo leído, porque así lo he sentido, porque así lo quiero. Imperioso porque es urgente e increíble a aceptar cada uno el compromiso de hacernos libres pregonando la verdad de nuestro arte, en nuestro caso un arte de metales nobles, que se ha querido devaluar rebajando su ley. Imperial porque las tierras americanas no fueron nunca colonia de España como lo fueron, y aún son, las posesiones de otros territorios de grandes países europeos. " En tres siglos nunca se usó la palabra colonia, ni en los documentos oficiales ni en la prosa de los cronistas e historiadores. Nunca fueron colonias de España, sino reinos y provincias sobre los cuales reinaba, a título personal, aquel monarca que también era Rey de los reinos y provincias de la península.... Legalmente, ante el Rey no había distinción entre sus súbditos de México o del Perú y los de sus otros reinos de España". He transcrito la opinión del venezolano Arturo Uslar Pietri.

Asumamos, pues, sin arrogancias pero también sin rubores, que hubo un momento histórico, que duró algunos años, en que nuestro soberano fué emperador y su organización política un Imperio. No sigamos pidiendo al mundo perdón en nombre de descubridores, soldados, clérigos, mercaderes y artesanos nacidos en Castilla, Extremadura o Andalucía, como tampoco tenemos que perdonar a los que nacieron en otros reinos. No fué España quien puso a la Península Ibérica cerrando por saliente el mar Mediterráneo y asomándose por ponien

te al Oceano Atlántico, ni fué su capricho el que casi fuera africana, ni intercedió Rodrigo de Triana para que el Padre Marchena escuchara a Cristobal Colon en La Rábida. La geografia y la historia son como son.

DON ALBARO  
Y SUS  
CIRCUNSTANCIAS

El Don Albaro de este discurso era el hijo de Alvaro Alonso y de Teresa Barba, su legítima mujer, a quien el Bachiller Lope Méndez, Clérigo Cura de la Iglesia de Santo Domingo de la villa de Lepe, en la Andalucía -porque hay otro Lope, también atlántico, en España, en la isla de la Gomera- bautizara el lunes 15 de noviembre de 1569. Poco más sabemos del joven Albaro antes de que embarcara. Pero D. José M<sup>e</sup> Barnadas se ha ocupado de hacernos saber que estuvo matriculado en Artes en el Colegio Mayor de Santa María de Jesús, en Sevilla, en el curso 1585-1586. Sin embargo están sin aclarar sus estudios teológicos, los canónicos y la ordenación sacerdotal. ¿Ilgarfa a tiempo de leer de San Juan de la Cruz el Cántico Espiritual que acababa de publicar en la vecina Granada? Si así hubiera sido acaso se sintiese movido a la ya próxima travesía por sus versos:

Buscando mis amores  
iré por esos montes y riberas;  
ni cogeré las flores,  
ni temeré las fieras,  
y pasaré los fuertes y fronteras

Si es que no fue bastante a moverle que Rodrigo de Triana, el que puso el grito en el cielo...ya del Nuevo Mundo, fuera también de Lepe.

Quise yo ir a Lepe, para ayudarme en la preparación de este Discurso pero leí que están regando por exudación, cultivando bajo plástico con calor controlado, que se estudian los microclimas de su término, que cultivan deliciosas fresas, que se obtienen semillas bajo las aguas del río Piedras, que han entrado en el siglo XXI... y caí en la cuenta de que el Lepe que yo necesitaba, de momento, era el del siglo XVI, y me quedé en la biblioteca. Y me quedé, de lo leído, con que Lepe no ha perdido su vertiente marinera y en el puerto del Terrón tiene una flota de 180 barcos, y aporta el veinto por ciento de los marineros oaubenses. Alonso Barba estaría orgulloso de vosotros, como Lepe lo debe estar de quien, desde ese gracioso pueblo se hizo a la mar para cultivar plata, que era la fruta de su tiempo. Y he dicho gracioso con envidia y con respeto; según parece también

el chiste es cultivo de leperos quienes merecen, por ello la mejor vela en este duelo. Dicen que si vamos a Lepe y preguntamos por los leperos nos contestaran: "Dónde van a estar, en sus chistes". Allí iré.

Algo más sabemos de la Sevilla que vió embarcar a Don Alvaro. Era sencillamente el mercado universal, y su apogeo coincide con los años preamericanos de Alonso Barba. Las riquezas del Nuevo Mundo pasan, al menos, por la rivera del Guadalquivir. Las mercancías se desbordaban de los almacenes y ocupaban el Arenal. Las flotas de indias se empezaban a cargar meses antes de su partida; pululaban entre los grandes navíos anclados, tartanas, chalupas, y faúas llevando el cargamento. La Inquisición vigila que no se exporten libros condenados, la Casa de Contratación controla el resto. Se mandaban -aparte hombres- armas y herramientas, cosas superfluas y vianda para el viaje: carne seca, pescado salado, aceite, vino, galletas y municiones para los galeones.

Más de un año hasta el regreso. Un velero rápido se adelantaría para dar el aviso de lo que era un acontecimiento. Sólo quedaba por salvar la piratería de la costa y que los pilotos de barra salvaran el banco de arena de la entrada. La muchedumbre imaginaba y gritaba. Algún lepero soñaría. Había trabajo para mozos de cuerda y pícaros que transportaban mercaderías desde los navíos al Arenal y a la Aduana (cueros, cochinilla, cacao, azúcar, etc...). Los oficiales Reales se ocupan, sobre todo, de los navíos de guerra a los que les estaban confiados los metales de la corona. "Cosa es de admiración y no vista en otro puerto alguno las carretas de a cuatro bueyes que en tiempo de flota acarrear la suma riqueza de oro y plata en barras desde el Guadalquivir hasta la Real Casa de la Contratación de las Indias" se escribe. A veces parece que se volcaran sobre la ciudad todos los fabulosos tesoros del Perú. En 1595, por ejemplo, llegó por el Guadalquivir plata y oro para trescientas y dos carretas, y desde Portugal -porque la almiranta dió en Lisboa por temporal- llegaron por tierra quinientas ochenta y tres cargas. En seis días no cesaron de pasar cargas de la dicha almiranta por el puente de Triana ¡Fué muy de ver! dice el cronista. ¡Y tanto! Asombroso espectáculo. la plata no cabía en las salas de la Casa y quedaban por un tiempo en el patio, en barras y en cajones.

Acabado el desembarco y la fiscalización, empezaba el verdadero tráfico comercial legal, y la picaresca ruin o cortesana, el contrabando, la defraudación. No era fácil para el comerciante, cualquiera que fuese su nacionalidad, cobrarse en plata. Había antes que pasar la plata de lingotes a moneda real, y el derecho de acuñación iba a cargo del mercader. Pero es que, además, las dificultades financieras de la monarquía la llevaban, en ocasiones, a "intervenir" el dinero de los particulares cambiándoselo por moneda de vellón o por títulos de renta (juros).

Fray Tomás del Mercado, a mediados del siglo XVI denunciaba, por otra parte, que por mucho que se ordenara y por rigurosa que se hiciera la ejecución de lo mandado, los extranjeros despojaban la tierra de oro y plata, e hinchaban la suya, buscando para ello mil embustes y engaños. Por cada peso venido de las Indias había entrado en Castilla un mercader de otros Reinos.

Aunque el dinero no hiciera más que pasar por Sevilla, su circulación y cambio era suficiente para crear y sostener un exuberante comercio y una peculiar vida social, que hacían a aquella ciudad diferente de otras del Reino. Tanto el Arenal, extramuros, como el centro viejo, eran los lugares más animados por los negocios. Negcaderes, corredores, armadores y banqueros se apiñaban en las gradas de acceso al patio de los naraajos. Hay oro y plata de por medio en documentos y palabras; se dan y se toman noticias de la Europa más lejana que las Indias. Paradójicamente, el bajorelieve sobre la puerta del patio, que representa a Jesús arrojando a los mercaderes del templo, domina el espectáculo. Claro que los mercaderes están fuera; pero el Arzobispo y el Cabildo no los ven suficientemente lejos y presionan para que se construya una Lonja para aquéllos (1598).

Morgado escribió su Historia de Sevilla precisamente en 1587. Es, pues, la Sevilla que viera Don Alvaro. "No es menos maravillosa -dice- la vista de muchas calles de Sevilla que habitan mercaderes de Flandes, de Grecia, de Génova, de Francia, de Italia, de Inglaterra"... Al lado de genoveses, acreditados hace tiempo, hay flamencos y portugueses -que ya son súbditos- con más bien mala reputación.

En la Alcaicería se concentraba la mayor riqueza, ya no de boquilla como en las gradas, sino tocante y sonante: oro, plata,

perlas, cristal, piedras, esmaltes, coral, sedas, brocados... en tiendas de plateros, joyeros, escultores, sederos, lenceros, que custodiaban el Alcalde y sus guardas encargados de echar los cerrojos al barrio. Fuera de la Alcaicería, en las calles de Castro y de las Sierpes, puestos de artesanos, talleres de los gremios de carpinteros, ferreteros, armeros, bordadores....

Albaro sería uno de los más de 150.000 habitantes que, de una u otra manera despedían y esperaban flotas. Abundaban los esclavos, hecho que asombró a un castellano hasta el extremo de parecerle trebejos de ajedrez los sevillanos, habiendo tantos prietos como blancos. Era la consecuencia del tráfico portugués, tolerado por los Reyes: cuando Felipe IV necesitó remeros para sus galeras, confiscó esclavos particulares, lo cual sublevó a la municipalidad sevillana porque la medida afectaba también a esclavos cristianos (!).

En el nuevo vivir, viejas familias de terratenientes del bajo Guadalquivir, pobres, aunque con bienes raíces, bajan a empantallar con tratantes. Surge la burguesía negociante, apuntada a la empresa de enriquecerse en el comercio abierto hacia y desde el Nuevo Mundo. Se van a negociar hasta los títulos de nobleza. Pero el tráfico con las Indias fué siempre, en sí mismo, una aventura, donde se producían enriquecimientos súbitos y ruinas instantáneas. Acá so por ello mismo se desorbitan el deseo de placeres y el gusto por la ostentación y los refinamientos, viviendo con un paradójico desapego al dinero.

Al lado del joven Albaro pasarían hombres vistiendo rajeta, cariseas, buratos, lanillas, y terciopelos con gorgueras. Las mujeres nada de paños: sedas, tafetanes, marañas o, al menos, anascote; adornadas con bordados, recanados, puntillas almidonadas... Y andarían derechas, menudo el paso, con el donaire y la gallardía que también eran cosas del imperio.

Y presenciaria Albaro los fastuosos festejos con que se celebraba el arribo de los galeones aunque le llegara más cerca el fausto, no desdeñable, de las ceremonias religiosas. La Semana Santa era ya suntuosa, rivalizando con Roma. En Sevilla no podían faltar oro y plata para los ornamentos sagrados, indescriptibles mantos y túnicas para asombrosas tallas de Cristos y Vírgenes, patrones de ya infinitas cofradías. Piedad y riqueza daban trabajo inspirado a talleres de escultores y pintores. Era el ambiente de la

ciudad para Velázquez y Murillo, que llegaba sosegado al claustro en que pintara otro: Zurbarán.

El contrapunto nos llega de Santa Teresa quien, después de un año en la ciudad, acusa: "No sé si la misma clima de la tierra, que he oído siempre decir, los demonios tiene más manos aquí para tentar...." ...."Las injusticias que se guardan en esa tierra es cosa extraña, la poca verdad, los dobleces. Yo lo digo que, con razón, tiene la fama que tiene".

Malos ejemplos arriba; especulación con alimentos regateados; negligencia en los veinticuatro (concejales) que descuidan la salud general y toleran el miserable estado de calles desempedradas y sucias de inmundicias, hechas muladares. Se pretende evitar los atropellos pintando cruces en rincones y paredes, pero el sínodo de Valladolid (1607) protesta porque "no sólo no se obtiene el resultado que se busca, sino que se da ocasión a las más grandes irreverencias pues se hacen allí las mismas cosas que si estas cruces no estuvieran". Había complicidad en la justicia: no se azotaba sino al que no tenía espaldas, ni se condenaba al reno sino al que no tenía brazos.

Floreció el pícaro, mendigo o esportillero; personajes que actuaban en los corrales de los olmos y de los naranjos, dentro de cadenas para estar en terreno de jurisdicción eclesiástica, siempre más inclinada a la clemencia.

Así era aquella ciudad de contrastes que viera el futuro cura de la imperial Potosí: lujo y miseria; piedad y crimen; oro y plata inmaculados, calles inmundas. España pendía de ella por si llegaban o no los nobles metales de las Indias llanadas de Castilla. La corte, en Madrid o en Valladolid, se impacientaba si tardaban los correos de Andalucía. El Rey Felipe IV escribía a Sor María de Agreda, su confidente y consejera: "Esperamos por hora, con la ayuda de Dios, la venida de los galeones, de que pende lo que podéis juzgar, y, aunque espero de su misericordia que los ha de traer a salvo, he querido encargaros que me ayudéis a suplicar a su Divina Majestad me haga este favor".

Curiosos favores suplicados a la misericordia de Dios.

Otra vez los dos Reinos encontrados: el de la Tierra, que casi toda era del suplicante Rey de España, y el del verdadero Rey que, es seguro, que tendría otras misericordias que hacer.

Recordaremos, por cierto, que Alonso Barba fué súbdito de tres Felipes: Felipe II (1556-1598), Felipe III (1598-1621) y Felipe IV (1621-1665) e inspirador al menos de otro que soy yo. Y advirtamos que el Siglo de Oro en el que le correspondió vivir, ni fué un siglo ni su oro tiene que ver, del todo, con el metal que llegó a Sevilla. Fué una época que abarcó parte de los siglos XVI y XVII, de límites difuminados en ambos extremos. Su esplendor fué el resultado de la interpretación de formas importadas de Italia y de lo puramente español; de la conjunción del renacimiento italiano y el tradicionalismo castellano. Y salió cultura como de oro macizo: valiosa, perdurable y tenaz, pero dúctil; materializada en hidalgos y escuderos; en formas, colores y comedias. Otra cosa que el metal, pero de oro.

No está claro cuándo llegaría a Perú el Licenciado Don Albaro y si bien Barnadas ha propuesto el año 1606, yo me voy a seguir ateniendo a que en su libro (Arte de los Metales) él se declara residente en Tarabuco, provincia de las Charcas, en 1590 cuando tendría veintidós años. Su itinerario peruano-boliviano lo ha establecido así Barnadas: Tarabuco (1609); Tiaguanaku (1615); Lipez (1616); coadjutor en la iglesia de Chuquisaca (1625); Oruro (1625?); Yulloma (1630); Yotala (1634); San Bernardo de Potosí (1635); cura (1644), racionero (1653) y chantre en la catedral de Chuquisaca. (Chuquisaca es actualmente, Sucre, que también se llamó La Plata. El nombre de Chuquisaca se ha reservado para todo el Departamento en el Sur de Bolivia).

Don Albaro regresó a España a mediados de 1658, habiendo permanecido en las Indias, de un tirón, según nuestras cuentas, casi setenta años. Bravo, señor. Por una hijuela que el Prof. Barnadas encuentra en el Archivo de Indias, se sabe que falleció en Triana (Sevilla) el 25 de octubre de 1662, y fué sepultado en la Capilla del Colegio de San Hermenegildo, de los Jesuitas. Datos para la historia, entrañables fechas, hitos de su vida que le llevó a morir, a los noventa y tres años de edad, no lejos de donde había salido.



Pero hagamos lo posible por reconstruir su personal peripécia. El Licenciado Alonso Barba esperaba con impaciencia ver formada su flota de ida, cargada de fe, de algunos libros que pasarían sin problemas la censura del Tribunal del Santo Oficio, y de alguna vianda no perecedera, que le prepararía D<sup>a</sup> Teresa. Sería una flota despedida con tocados, tópalos y moqueros al viento de suspiros. Larga despedida para navíos lentos, de maniobrar perezoso. Rio abajo las mozas dejadas a la fe a la esperanza, y acaso a la caridad, prolongarían aun más la despedida corriendo por la orilla.

Salidos al Océano, a él quedaban encomendados los cuerpos y los cascos, los trinquetes y las velas, y, si acaso, las mercaderías de ida, que no valdrían bastante para el riesgo eventual de un siempre temido abordaje: la estocada en un ojo o el cañonazo en el costado del bajel pirata. Las almas quedaban encomendadas por las madres a Dios, que siempre dedica a estas pedigüeñas su directa misericordia aunque no intercediera la monjita de Agreda.

A fe mía que valían más sin nada de oro aquellas flotas de ida, cargadas de valor, de ilusión, de fé, de paciencia, que las que de venida reventaban junto al Arenal en convencionales tesoros.

No parece que Alonso Barba fuese demasiado bien informado de lo que en Indias le esperaba por lo que a la metalurgia se refiere. No se puede interpretar de otra manera que en ningún momento se refiera él mismo a lo mucho que hubiera llevado aprendido de haber leído la Historia natural y moral de las Indias que escribiera el Padre jesuita José de Acosta -publicada precisamente en Sevilla en 1590- "en que se tratan las cosas notables del cielo, elementos, metales, plantas y animales dellas, y los ritos y ceremonias, leyes y gobierno y guerras de los indios". El P. Feijoo dijo de ella... "no hay trabajo de un hombre solo que le sea comparable", y, sin embargo, los trabajos de Acosta fueron olvidados porque ni sus compatriotas rindieron justo tributo a su memoria, ni todos los extranjeros fueron tan imparciales y honradamente sinceros como Humboldt quien dejó escrito: "El fundamento de lo que hoy llamamos física del globo, prescindiendo de las consideraciones matemáticas, se halla en la Historia Natural y Moral de las Indias del jesuita José Acosta y asimismo en la obra que publicó Gonzalo Fernández de Oviedo veinte años después de la muerte de Colon. Desde la fundación de las sociedades en ninguna otra época se había ensanchado repenti-

DE LO  
QUE EN  
INDIAS  
LE  
ESPERABA

namente y de un modo tan maravilloso, el círculo de las ideas en lo que toca al mundo exterior y a las relaciones del espacio".

El Padre Acosta, nacido en Medina del Campo en 1539, había ingresado en la Compañía de Jesús a los 14 años. Marchó a América en 1571 como segundo Provincial del Perú. Regresó a España en 1587.

Tenemos tiempo, mientras navega Don Alvaro, de situarnos en su propio momento y en su peripecia minero-metalúrgica, conociendo, de la mano del P. Acosta lo que entonces se sabía de este negocio, también Felipe II gustaba de oírle. Ya sé que el Discurso trata de Alvaro Alonso Barba; pues, precisamente por ello, debemos saber dónde empezaba, y lo vamos a saber recreándonos en la expresión, en el idioma, por eso me he permitido resumir el texto de la Historia, y me he propuesto conservar su estilo, lo cual también es oportuno ahora que se está imponiendo una jerga de mal gusto, probablemente porque, para lo que se dice y se gusta es mejor no cuidar las formas.

Pues bien, el P. Acosta dejó dicho en su Historia lo que, en relación con los metales se pensaba, al menos en los medios eclesiásticos. Los metales -dice- los crió la sabiduría de Dios para medicina, defensa, ornato e instrumentos, mas el principal fin es este último, como materia para diversos artificios, para reparo, seguridad, ornato y abundancia de sus operaciones.

Destaca como alta consideración del Señor, el enriquecimiento que dispuso de las más apartadas regiones, y habitadas de gente menos política, para convidar a los hombres a buscallas y tennellas y, de camino, comunicar su Religión como San Agustín declara haberse de propagar el Evangelio: no sólo por los que sinceramente y con caridad lo predicasen, sino también por los que por fines y medios temporales y humanos lo anunciassen. Por donde se ve que las tierras de Indias más copiosas de minas y riqueza fueron las más cultivadas en la Religión cristiana, aprovechándose el Señor, para sus fines soberanos, de nuestras pretensiones.

La voluntad del Creador se concretó, además, en que los metales nacieran en las tierras más estériles e infructuosas, dando vigor a las fértiles de hierba y frutos para producir los más necesarios al gobierno y vida de los animales y hombres. Las minas de

plata y azogue, y los lavaderos de oro, había que buscarlos en tierras muy ásperas, secas y estériles; en sierras altas de peñas agrias; en templos desabridos... lugares trabajosos, que el gusto del dinero los hace suaves, abundantes y muy poblados.

El oro es el metal más principal: el más durable e incorruptible. El fuego, que consume o disminuye a los demás, a éste abona y perfecciona; el oro pasado por mucho fuego queda de su color y finísimo. Firme en su ser, se deja doblar y adelgazar que es cosa maravilla. Lo saben bien los batihojas y tiradores cómo se deja adelgazar sin quebrar. Los hombres espirituales entienden de ello por qué las Divinas Letras asemejan la caridad al oro. ¿Qué relación tienen estas excelencias con su poder y grandeza en el mundo?

Declara haberlo visto sacar de tres maneras ya que se halla oro en pepita, en polvo y en piedra. En pepita es poco el que se halla, respecto a los demás; el oro en piedra o pedernal se halla en vetas, y es difícil de labrar. La mayor cantidad de oro en Indias se saca en polvo, de los ríos, en lugares donde ha pasado mucho agua.

El oro en polvo, del lavado de arenas y barro en bateas, se sienta abajo. Purificado y fundido se hacen tejos o barretas para traerlo a España, porque oro en polvo no se puede sacar de Indias, por no poder quitar, marcar y quilatar hasta fundirlo.

Era metal bien conocido en la península de donde ya se sacó para Roma mil quinientos años ha. A España le llegaba ahora aquel gran tesoro de Indias, ordenando la divina providencia que unos Reinos sirvan a otros, y comuniquen su riqueza y participen de su gobierno para bien de los unos y de los otros, si usan debidamente de los bienes que tienen.

No era fácil, ni lo será, tasar el oro que salió de Indias. Sólo en la flota en que Acosta regresó a España en 1587 fueron doce cajones, y en cada uno cuatro arrobas aproximadamente, más 1156 marcos de oro, sólo para el Rey, sin contar lo que vino para particulares registrado y lo sin registrar, que suele ser mucho.

Pasemos a la plata. Ya en el libro de Job se decía de la plata tener ciertos principios y raíces de sus venas, y del oro su cierto lugar donde se cuaja, que acabamos de ver. La plata se llega

al oro, más que otro ninguno, en el ser durable y padocer menos el fuego y dejarse más tratar y labrar, y aún hace ventaja al oro en relucir y sonar más. Y su color más conforme a la luz.

En las Indias Occidentales proveyó el Creador tanta riqueza della que las encarecidas Argentifodinas de España son menos de lo que Acosta vió en aquellas.

Se halla la plata en dos maneras: minas sueltas, y de vetas fijas. Las sueltas tienen pedazos de metal (mineral), pero, acabado, no se halla más. Las vetas tienen prosecución en hondo y en largo, a modo de ramas de un árbol; donde se halla una de éstas es cosa ordinaria haber cerca más vetas.

La plata se labraba y beneficiaba por los indios por fundición, derritiendo al fuego la masa de metal, que echa escoria a una parte y aparta la plata del plomo, del estaño y del cobre. Los hornillos o guayras en el Perú, se situaban donde el viento soplase recio y calentaban quemando leña y carbón. Llegados los españoles, además de este modo de fundir, se benefició la plata por azogue, siendo incluso más la obtenida por este método que por fundición, y sacando más plata. Había metal de plata, que no se aprovechaba con fuego, sino con mercurio (azogue); solía ser metal pobre que abunda más. Ocurría -dice- que si el fuego se encendía con aire artificial (fuelles) no se derretía ni fundía; había de ser aire natural, que corriera, y había metales que se fundían también, o mejor, con aire artificial. El metal de Porco, se labraba bien con aire de fuelles. Al de Potosí sólo aprovechaba el aire de guayras, no era fácil dar razón de esta diversidad sin embargo cierta, por experiencia larga. De las de Indias de plata, las de Perú son de gran ventaja; las de Potosí son de las cosas más célebres y más notables que hubo en las Indias occidentales.

Fr. Baltasar de Ovando, -también firmado Fr. B. de Lizfraga- en su "Descripción breve de toda la tierra de Perú" describe así la operación: "el metal cernido y lavado echábase a boca, de noche, en unas hornazas que llaman guayras, agujereadas, del tamaño de una vara, redondas, y con el aire, que entonces es más vehemente, fundían el metal. De cuando en cuando lo limpiaban; y el indio fundidor, para guarecerse, estábanse al reparo de una paredilla sobre

que sentaba la guayra; y derretido el metal, limpio de escoria, sacaba su tejo de plata y se iba a su casa muy contento; y a este paso, de noche este cerro era todo luminarias de guayras fundiendo plata. Y se hacían procesiones por viento como por falta de agua cuando se detiene".

El beneficio de aquellos minerales se basaban en la oxidación de sus constituyentes oxidables, seguido de fusión; de ahí la importancia de que el aire fuese seguro, como reactivo fundamental que era del proceso. Y de ahí también la irregular ley de la plata lograda, la cual era muy incierta, según Fr. Ovando, "porque los indios tenían mucha malicia y no dejaban perfeccionar la plata".

Esta era la situación de rutinario atraso según A. de Galvez Cañero, cuando aparece en la escena de la metalurgia-mexicana, de momento- la figura de Bartolomé de Medina introduciendo el beneficio por azogue, en frío. Pero sigamos el hilo de la Historia del P. Acosta.

En la provincia de las Charcas, Reino del Perú, está el cerro de Potosí, más frío que Castilla la Vieja en España y ello por estar tan levantado y empinado y bañado de vientos muy fríos y destemplados especialmente el tomahavi, impetuoso y frigidísimo; inhabitable por el mal temple del Cielo y por la gran esterilidad de la tierra: ni fruto, ni grano, ni yerba.

Mas la fuerza de la plata que llama a sí a la codicia, ha poblado aquel cerro con la mayor población de todos aquellos reinos, y tan abundante de todas comidas y regalos que ninguna cosa se puede desear que no se halle allí con abundancia. Todo de acarreto, llenan las platas frutas, conservas, regalos, vinos excesivos, sedas y galas, tanto donde más. De color que tira a rojo oscuro y graciosísima vista, este cerro señorea a todos los otros. De subida agria, renata, en redondo, aun cuarto de legua castellana de su pie. Al pie de su falda, hay otro cerro, el Guaynaspotosí o Potosí el mozo, no de veta fija, sino de metales sueltos. Precisamente al pie de éste comienza la población de españoles e indios que vinieron a la riqueza y labor de Potosí; población de dos leguas de contorno. Los Incas, señores del Perú, no labraron aquellas minas pero sí las de Porco, a seis leguas de allí. No falta la explicación que se escuchó de voces misteriosas que les dijeron que no tocasen allí porque aquel

cerro estaba guardado para otros. Sólo doce años después de entrados los españoles en el Perú se tuvo noticia de Potosí y de su riqueza. Fué descubierto de este modo:

En tierra del Cuzco, había una nación Cumbibilca, uno de cuyos indios llamado Gualpa, siguiendo a unos venados (como aquel castellano de mi pueblo) se le fueron éstos subiendo cerro arriba, pero siendo tan espinado y en mucha parte cubierto de quiuna y otras matas, le fué forzoso, para subir un paso, asirse a una rama nacida en la veta -llamada después la Rica- y en la raíz y vacío que dejó, arrancada, conoció Gualpa metal muy rico, por lo que sabía de Porco, y halló en el suelo, junto a la veta, unos pedazos de metal sueltos de ella que no se dejaban bien conocer, por tener la color gastada del sol y agua. Llévólos a Porco a ensayar por guayra -esto es, por fuego- y como viese su extremada riqueza, labró secretamente la veta, hasta que un indio Guanca, del Valle de Jauja en los términos de la ciudad de los Reyes, vecino en Porco del dicho Gualpa Chumbibilca, vió que sacaba de las fundiciones que hacía, mayores tejos de los que ordinariamente se fundían en aquel asiento, y vió que estaba mejorado en los atavíos de su persona. ¡Qué pecado o causa de curiosidad universal despertó en el Guanca las mejoras de su vecino! El caso es que se movió a inquirir aquel secreto, y tanto le importunó que hubo de llevarle al cerro de Potosí. Allí el Gualpa dijo al Guanca que tomase para sí otra veta que también había descubierto, cerca de la Rica, que se llamó -ya no sé por qué- Veta de Diego Centeno, no menos rica pero más dura de labrar. Y con esta ejemplar conformidad partieron entre sí el cerro que hoy hubiera pagado al mundo.

Sucedió después, que teniendo el Guanca alguna dificultad en labrar su veta por ser dura y no queriéndole el Gualpa dar parte de la suya, se desavinieron (empeñaban a civilizarse) y así, por esto y por otras diferencias, enojado el Guanca de Jauja, dió parte de este negocio a su amo, el español Villarroel que residía en Porco. El tal Villarroel queriendo satisfacerse de la verdad del dato, fué a Potosí, y hallando la riqueza que su yanacón (criado) le decía, hizo registrar al Guanca, estacándose con él, la veta que se llamó de Centeno. (Se decía "estacar" a señalar por suyo el espacio en varas que la ley concedía a los que hallaban mina, o la labraban, con lo cual, así manifestado ante la justicia, quedaban por señores de la mina para labrarla por suya, pagando al Rey sus quintos.

Era éste el primer registro y manifestación que se hizo de las minas de Potosí en veintium días del mes de abril de mil quinientos cuarenta y cinco, en el asiento de Porco, por los dichos Villaroel, español, y Guanca, indio. Documento básico para el concepto de solididad que cuatro siglos y medio después se nos escapa en gritos).

Y a ésta fueron siguiendo las otras vetas: la del Estaño, rica pero trabajosísima por su metal tan duro como pedernal, y la de Mendieta. Todas en el mismo año, fueron, con el tiempo, las cuatro vetas principales del cerro de Potosí.

De la veta Rica, con el metal formando una cresta de trescientos pies de larga y una lanza en alto, se dijo que habría quedado descarnada y descubierta en el diluvio, resistiendo, como parte más dura, el ímpetu y fuerza de las aguas. Tan rico era el metal que tenía la mitad de plata, y perseveró en su riqueza hasta los sesenta estados en hondo, en que vino a faltar.

Acudieron muchos españoles y la mayor parte de los vecinos de la ciudad de la Plata (actual Sucre), dieciocho leguas de Potosí, para tomar minas en él, y gran cantidad de indios, especialmente los guayradores de Porco. Así se formó la mayor población del Reino, la referencia más duradera a la riqueza sin tino. Imperaba Carlos primero y quinto.

Los Libros Reales de la Casa de Contratación de aquel asiento, hartos años después del descubrimiento del cerro, quintaban cada sábado de ciento cincuenta a doscientos mil pesos, y valían los quintos treinta y cuarenta mil pesos, millón y medio al año, o poco menos. De modo que, conforme esta cuenta, cada día se sacaban de aquellas minas, Gobernando el Licenciado Polo, obra de treinta mil pesos, que le valían al Rey seis mil diarios, por quintos. Esto era sola la plata marcada y quintada. Pero largo tiempo se usó en aquellos reinos la plata que llamaban corriente, que no era marcada ni quintada; y era conclusión de los que bien sabían de aquellas minas que, en aquel tiempo, grandísima parte de la plata que se sacaba de Potosí se quedaba por quintar. Créase, pues, que el tercio de la riqueza de Potosí, si no la mitad, ni se manifestaba (declaraba) ni se quintaba.

Las minas de Potosí, con pasar muchas de ellas de doscientos estados su profundidad, nunca dieron en agua, que es el mayor im

pedimento que puede haber para sacar riqueza de minas. Sin embargo las de Porco, cuyo metal era riquísimo, se dejaban de proseguir y beneficiar por el fastidio del agua en que dieron: cavar peñas, y sacar agua, son dos trabajos insufribles para buscar metal; basta el primero y sobra.

Echando las cuentas, refieren los expertos que lo metido a quintar en la caja de Potosí -aunque no claro en los libros porque los primeros años se hacían las cobranzas por romana (!), tanta era la grosedad que había- según la averiguación que hizo el Visorey, Don Francisco de Toledo el año 1574, se halló que fueron setenta y seis millones hasta el dicho año, y desde el dicho hasta el de 1585, se llevaban ya sesenta y cinco millones quintados. De manera que monta lo que se había quintado hasta el ochenta y cinco, ciento once millones de pesos ensayados, pesos de a trece reales y un cuartillo. No se ha contado lo sacado sin quintar ni lo en plata corriente gastado, y lo por quintar.

Ante estos datos, el P. Acosta reflexionar así desde su ministerio: "Y pues el Señor de los Cielos, que da y quita los reinos a quien quiere, y como quiere, así lo ha ordenado, debemos suplicarle con humildad se digne de favorecer el celo tan pío del Rey Católico dándole próspero suceso, y victoria contra los enemigos de su santa Fé, pues en esta causa gasta el tesoro de Indias que le ha dado, y aún ha menester mucho más".

Las dichas vetas del Cerro, miran al nacimiento del Sol, corren de norte a Sur. Tienen de ancho seis pies, donde más; un palmo donde menos. Cada veta tiene diversas minas de diversos dueños. La mina mayor tiene ochenta varas y no puede tener más por ley ninguna, la menor, cuatro. Todas llegan a mucha profundidad. La veta Rica, tiene setenta y ocho minas, de hasta doscientos estados de hondura; en la Centeno veinticuatro, de hasta ochenta.... Para remedio de esta tan gran profundidad se inventaron los socavones. Unas cuevas que atraviesan el cerro hasta llegar a las vetas, inventados para labrar las minas con menos coste, trabajo y riesgo. Por ellos se entra y sale a paso llano. Tienen de ancho ocho pies y de alto más de un estado. Ciérranse con puertas; sácanse por ellos los metales con mucha facilidad y págase al dueño el quinto de todo el metal que por él se saca. Nueve socavones había hasta 1587 y otros se estaban



haciendo. El del Vecino, que lleva a la veta Rica en doscientas cincuenta varas, se labró en veintinueve años, comenzándose en 1556, once después de descubrirse el cerro. Alcanzó a la veta Rica en treinta y cinco estados, que por todo ese profundo bajaban a labrar aquellas minas buscando la plata en las entrañas; lugares que nunca visita el sol, en perpetuas tinieblas, mucho frío, y aire muy grueso y ajeno a la naturaleza humana que siente bascas y congojas de estómago. Trabajan con vela los que labran, unos de día y otros de noche, que tanto daba. El metal es duro, comúnmente sácanlo a golpe de barreta quebrantándole, que es quebrar el perdernal. Subíanlo a cuestras por escaleras de tres ranales de cuero de vaca retorcido, como gruesas maromas, con palos como escalones puestos de manera que pueden juntamente subir un hombre y bajar otro. Estas escalas tienen de largo diez estados y son muchas, que comienzan y acaban en poyos ó descansos a manera de andarios.

Un hombre sacaba carga de dos arrobas atada la manta a los pechos, y el metal que iba en ella, a la espalda. Suben de tres en tres. El delantero lleva una vela atada al dedo pulgar, pues ninguna luz hay del cielo y vándose asíendo con ambas manos; lo que suben pasa, a veces, de ciento cincuenta estados, cosa horrible, y que solo de pensarla pone espanto. Tanto es el ancr del dinero, por cuya recuesta se hace y padece tanto.

La veta va de ordinario entre dos peñas que llaman la caja; la una dura, la otra blanda. El metal va en medio; no todo igual ni da un valor. Uno muy rico (cacilla o tocana) de color de ámbar; otro toca en más negro; otro de color como rojo, a quien no sabe puede parecerle piedra de por ahí. Los mineros conocen luego su finura. El metal que sacan se trae en carneros del Perú (llamas) que sirven de jumentos, y se lleva a las molineras. El que es metal rico se beneficia por fundición en hornillos guayras. Es el metal más plomoso, el plomo le hace derretir y aun para mejor derretirlo echan los indios el que llaman orocho que es un metal muy plomizo. Con el fuego, la escoria corre abajo, el plomo y la plata se derriten, y la plata anda nadando sobre el plomo hasta que se apura; vuelven después a refinar más y más la plata. Solían salir de un quintal de metal de treinta a cincuenta pesos de plata por fundición. El P. Acosta tuvo muestras de las que salían por fundición más de doscientos cincuenta por quintal, riqueza rara y quasi increíble, si no lo testificara el fuego con manifiesta experiencia.

El metal pobre daba, de un quintal, de dos a seis pesos; no es plomizo sino seco, y así por fuego no se puede beneficiar. A cuya causa gran tiempo estuvo en Potosí inmensa suma de estos metales pobres, como deshechos o granzas de los buenos, hasta que se introdujo el beneficio de los azogues con los cuales aquellos deshechos o desmontes fueron de inmensa riqueza porque el azogue, con extraña y maravillosa propiedad, apura la plata, y sirve para estos metales secos y pobres y se gasta y consume menos azogue en ellos; lo cual no es en los ricos, que cuanto más lo son tanto más azogue consumen de ordinario.

Hubo en las laderas de Potosí, y por las cumbres y collados más de seis mil guayras puestas al modo de luminarias, que verlas arder de noche y dar lumbre tan lejos, y estar en sí hechas un ascua roja de fuego, era espectáculo agradable.

El azogue, argen vivo, parece plata según bulle y anda a unas partes y otras velozmente, y tiene grandes y maravillosas propiedades. Lo primero, siendo verdadero metal, no es duro, ni formado y constante como los demás, sino líquido, y corre de su propia naturaleza y, con ser licor, es más pesado que ningún otro metal, y así los demás nadan en el azogue y no se hunden. Plinio -refiere el P. Acosta- hace excepción diciendo que sólo el oro se hunde y no na da sobre el azogue: no he visto -dice- la experiencia, y por ventura es, porque el azogue, naturalmente, rodea luego el oro y lo esconde en sí. Con maravilloso afecto se pega al oro, y lo busca, y se va a él donde quiera que lo huele. Y no solo esto, mas así se encarna con él, y lo junta a sí que lo desnuda y despega de cualesquier otros metales o cuerpos en que está mezclado, por lo cual to man oro los que se quieren preservar del daño del azogue: A hombres que echaron azogue en los oídos para matarlos secretamente, fué remedio meter por el mismo sitio una paletilla de oro, con que llaman el azogue y la sacaban blanca de lo que se había pegado al oro. Cuando Jacobo de Trezo labraba para San Lorenzo el Real, se doraban las piezas del retablo, que eran de bronce, con azogue, y como su humo es mortal, los oficiales doradores se prevenían contra él tomando un doblón de oro desmenuzado, el cual, pasado al estómago, clamaba allí a cualquier azogue que por oídos, ojos, narices o boca les entrase de aquel humo mortal, preservándose así del daño del azogue que se iba todo él al oro que estaba en el estómago (mientras esta-

ba, claro), saliendo despues todo por la vía natural. No scaba ahí el motivo de admiración, porque, despues que el azogue limpia al oro purgándole de otros metales y mezclas, tambien le sparta el fuego a él de su amigo el oro, dejándole todo puro, y sin fuego.

Parécete al P. Acosta que los antiguos no alcanzaron que la plata se beneficiase por azogue, que era, según él, el mayor y más principal provecho del azogue. En efecto, aunque la principal amistad del azogue sea con el oro, donde no hay oro se va a la plata, y la abraza aunque no tan presto como al oro, y al cabo tambien la limpia y apura de la tierra, cobre y plomo con que se cría, sin ser necesario el fuego que, por fundición, refina los metales; aunque para despegar y desasir del azogue a la plata tambien interviene el fuego.

De esos otros metales, fuera del oro y la plata, no hace caso el azogue, antes los carcome y gasta y horada, y se va y huye de ellos que tambien es cosa admirable. Por eso lo echan en vasos de barro o en pieles, a las vasijas de cobre, hierro u otro metal luego las pasa y barrena y toda otra materia penetra y corrompe. En un pasaje de su Historia, el P. Acosta se pone un tanto escabro y cuenta que en sepulturas de hombres muertos se halla azogue que, despues de haberlos gastado, él se sale, muy a su salvo, entero. Ha-se hallado tambien en los tuétanos de hombres y animales que recibiendo su humo por boca o narices, allá dentro se congela y penetra los mismos huesos. De ello concluye que por eso es tan peligrosa la conversación con criatura tan atrevida y mortal; y, por otra parte tan pura y tan amorosa, diría yo. Otra gracia que tiene -dice- es que bulle y se hace cien mil gotillas, y por menudas que sean, no se pierde una, sino que, por acá o por allá, se vuelven a juntar con su licor, y cunsi es incorruptible y apenas hay cosa que le pueda gastar. Es el sudor eterno de Plinio.

Entre todas las maravillas de aquel licor extraño, la más digna de ponderar para el P. Acosta es que, siendo la cosa más pesada del mundo, se vuelve en la más liviana que es el humo con que sube arriba resuelto, y luego el mismo humo, que es cosa tan liviana, inmediatamente se vuelve en cosa tan pesada como es el propio licor de azogue. Porque, en topando el humo de aquel metal con un cuerpo duro y frío, luego al punto se cuaja. Transmutación repetible que por cosa rara se puede tener en la naturaleza. Buena ocasión para



Gobernando el Perú Don Francisco de Toledo, Pedro Fernán des de Velasco, que había estado en Méjico y visto cómo se sacaba plata con azogue, se ofreció a hacer lo mismo con la plata de Potosí. Dicho y hecho. Salió muy bien, y el año 1571 se comenzó en Potosí a beneficiar la plata con azogues que se llevaban de Guancavélica. Fué el total remedio de aquellas minas porque con el azogue se sacó plata infinita de los metales desechados, de poca ley y secos. El Rey Católico obtenía de la labor de las minas de azogue -sin costa, ni riesgo alguno- cerca de cuatrocientos mil pesos (de a catorce reales), sin lo que después suponía el beneficio que se hacía en Potosí. Sacábanse de aquellas minas de Guancavélica más de ocho mil quinientos de azogue por año.

La piedra de azogue se molía y ponía en ollas al fuego, tapadas. Allí, fundiéndose o derritiéndose aquel metal, se despidió de él el azogue con la fuerza del fuego, siempre hacia arriba hasta topar algún cuerpo donde para y cuaja. O, si pasase sin topar cuerpo duro, llegó hasta donde se enfría y allí se cuaja y vuelve a caer. Hecha la fundición se destapan las ollas, ya frías, para que no den vapor o humo a las personas que pueden azogarse y morir o quedar mal tratadas.

Rodrigo Torres, un minero, halló que, para dar fuego a los metales, en que se gasta infinita leña, el icho -una paja de aquellos cerros a modo de esparto- era utilísimo. Era cosa maravillosa la fuerza de aquella paja para fundir.

El azogue obtenido lo ponían en badanas y guardábase en los almacenes del Rey. De allí se llevaba, por mar, a Arica, y de aquí a Potosí en recuas o carneros de la tierra (llamas). Consumíase en Potosí de seis a siete mil quintales por año más lo que se sacaba de las lamas (heces y barro que quedaban de los primeros lavatorios en las tinas). De las lamas, quemadas en hornos, se sacaba el azogue que quedaba; había de estos hornos más de cincuenta entre Potosí y Tarapaya. Trescientos mil quintales de metales por año se beneficiaban así, de cuyas lamas saldrían más de dos mil quintales de azogue.

La calidad de los metales era varia, porque acaecía que un metal daba mucha plata y consumía poco azogue; otro, al revés,

daba poca plata y consumía mucho azogue; otro daba mucha y consumía mucho; otro daba poca y consumía poco. Estaba claro que en el trato con los metales hay que acertar con tiento en el dar y consumir. Aunque se han enunciado todos los casos posibles, que fueron los observados, lo más ordinario era que el metal rico, como da mucha plata, así consume mucho azogue, y el pobre al revés.

El metal se molía muy bien con los mazos de ingenios que golpean la piedra como batanes. Después de bien molido se cernía en cedazos y el cernido -la harina del metal- se pasaba a unos cajones de buitrones donde se mortificaba con sal muera para que la sal desengrasase la harina del barro o lama que tiene, con lo cual el azogue recibe mejor la plata. El azogue colocado en un lienzo de Holanda se exprimía y caía sobre el metal como un rocío (ingeniosísimo!), revolviendo el metal para que a todo él alcanzase la fina lluvia de azogue. Antes de inventarse los buitrines de fuego se amasaba muchas y diversas veces el metal con el azogue en unas artesas haciéndose grandes peillas como de barro, dejándolo estar algunos días para volver a amasarlo una y otra vez, hasta que se entendía que estaba ya incorporado el azogue en la plata (mas bien al revés) lo cual tardaba entre nueve y veinte días.

Como la gana de adquirir es diligente, hallaron que para abreviar el tiempo, el fuego ayudaba mucho a que el azogue tonase la plata con presteza y así trajeron los buitrones, donde ponen unos cajones grandes, en que echan el metal con sal y azogue, dando por debajo fuego manso en ciertas bovedas hechas a propósito; con esto, en espacio de cinco o seis días, el azogue incorpora en sí la plata.

Cuando se entendía que ya el azogue había hecho su oficio -que era juntar la plata, mucha o poca, pero toda, y embiberla en sí como una esponja al agua, apartándola de la tierra, plomo y cobre con que se cría -entonces, se trataba de descubrir la plata, sacarla y apartarla del azogue. Y se hacía así: el metal tratado, se echaba en unas tinajas de agua donde, con unos molinetes o ruedas de agua, como quien deslíe mostaza, se hacía salir el barro o lama del metal en el agua, que corría, haciendo asiento en el fondo de la tina la plata y el azogue, como cosa más pesada. El metal que quedaba era como arena, y lo llevaban a lavar otra vuelta con bateas en unas balsas o pozas de agua, donde acababa de caerse el barro, quedando la plata y el azogue a solas; claro que, a vueltas con el barro y la lama,

siempre se iba algo de plata y azogue: eran los relaves que luego se trataban.

Relucientes ya la plata y el azogue echábanlo en un lienzo y lo exprimían fuertemente. Salía así todo el azogue que no estaba incorporado a la plata y quedaba una pella en la que sólo la sexta parte era de plata; las otras cinco eran de azogue. De estas pellas se hacían las piñas, huecas por dentro, de cien libras de ordinario. Y para apartar la plata del azogue, poníanlas en fuego fuerte, cubiertas con un vaso de barro, como unos caperuzones, y, cubriéndolas de carbón, dábanlas fuego. El azogue se exhalaba en humo que, topando en el caperuzón, allí se cuajaba y destilaba -como el vapor de agua en la cobertura de la olla- y por un cañón a modo de alambique recibíase todo el azogue que destilaba y volvíase a colar quedando la plata sola; la cual, en forma y tamaño era la misma, pero cinco partes en peso menos que antes; toda crespá y esponjada, que es cosa de ver. De dos de aquellas piñas se hacía una barra de plata (65 ó 66 marcos de peso) y así se llevaba a ensayar, quintar y marcar.

Tan fina es la plata sacada por azogue que jamás baja de dos mil trescientas ochenta de ley, y es tan excelente que para labrarse, ha menester que los plateros la bajen de ley echándola liga o mezcla; y lo mismo hacen en las Casas de moneda donde se labra y acuña.

Todos estos tormentos y martirios pasa la plata para ser fina: se muele, se cierne, se amasa, se leuda (lava?) y se cuece. Se lava y relava, se cuece y recuece pasando por mazos y cedazos, artesas, buitrones, tinas, bateas, exprinidores y hornos; y, finalmente, por agua y fuego. Ya lo dice la Escritura de los justos: Colabit esos, purgabit quasi argentum, y, en otra parte: Sicut argentum probatum terrae, purgatum septemlun. Que para apurar la plata, y afinarla y limpiarla de la tierra y barro en que se cria, siete veces la purgan y purifican.

La molienda se hacía con diversos ingenios, unos traen caballos, como atahonas; y otros que se mueven con el golpe del agua como aceñas o molinos. Y porque el agua que comúnmente es la que llueve, no la hay bastante en Potosí, hicieron siete lagunas, de fondo tres estados y contorno mil setecientas varas, con compuertas que

las fiestas se cierran. Cuando el año es copioso de aguas y se hinchan las lagunas, dura la molienda seis o siete meses, de modo que también para la plata piden los hombres en Potosí buen año de aguas, como en otras partes para el pan. Había ingenios de seis a catorce mazos. Moliase el metal en unos morteros donde día y noche lo echaban. Cuando molido, lo llevaban a cerner.

En la ribera del arroyo de Potosí había cuarenta y ocho ingenios de agua, más cuatro en Tanacofuño, más veinte y dos en Tarapaya. Todos estos de agua. Fuera de los cuales había en Potosí otros treinta ingenios de caballos. Tanta fué la diligencia e industria de sacar plata.

El Rey tenía puestos Ensayadores y Maestros para dar su ley a cada pieza. Llevadas que eran las barras de plata al ensayador, éste ponía a cada una su número, porque el ensayo se hace de muchas juntas. Sacaba de cada una un bocado y pesábalo fielmente. Echábalo en una copela, que es un vasito hecho de cenizas de huesos molidos y quemados. Ponía estos vasitos por su orden en el horno u hornaza; dábales fuego fortísimo. Derretíase el metal todo y lo que era plomo se iba en humo, el cobre o el estaño se deshacían y quedaba la plata finísima hecha de calor de fuego. Hace a continuación el P. Acosta una referencia increíble: Es cosa maravillosa -dice- que cuando la plata está así refinada, aunque esté líquida y derretida no se vierte volviendo la copela o vaso donde está, hacia abajo, sino que se queda fija sin caer gota. La plata de Potosí se podía permitir de todo.

En la calor y en otras señales conocía el ensayador cuándo estaba afinada. Saca, entonces, del horno las copelas, vuelve a pesar delicadísimo cada pedacito, mira lo que ha merchado y faltado de su peso, porque la que es de ley subida mercha poco, y la que es de ley baja mucho. Y así, conforme a lo que merchaba, veía la ley que tenía, y ésa asentaba y señalaba en cada barra puntualmente. Es el peso tan delicado y las pesicas o granos tan menudos que no se pueden asir con los dedos, sino con unas pinzas, y el peso se hace a luz de candela porque no dé aire que haga menear las balanzas, porque de aquel poquito depende el precio y valor de toda una barra.

Y vuelve el sacerdote a traer a cuento su reflexión: Al Profeta Jeremías, le dió Dios título de Ensayador para que conociera y declare el valor espiritual de los hombres y sus obras, que es



negocio propio del Espíritu de Dios que es el que pesa los espíritus de los hombres.

FUENTES  
METALURGICAS

Alonso Barba no solo no citó al P. Acosta sino que, ateniéndose a su propia obra, las fuentes que consultara debieron ser muy pocas. En relación directa con su quehacer metalúrgico solo se sabe que conociera De re metallica de G. Agrícola; no conoció De la pirothecnia, de Biringuccio<sup>(1540)</sup>, ni hace la menor referencia a Pérez de Vargas que había publicado su Repertorio Perpetuo (1562) y su De re metallica (1569). En cuanto a las fuentes propiamente químicas solo cita a Paracelsus, a Beguinus -por su Tyrotcinium chymicum (1610)- y a Basilius Valentinus (J. Thöse) por el Carro Triumfal del antimonio (1604).

Sin embargo consultaría las obras clásicas de Plinio, Dioscórides, Empedocles, Justino, Lucrecio, Aristóteles, Diodoro, Platón, Cassiuthenes, Galileo, Avicena, Thazes, Alberto Magno, Ramon Llul, Teofrastos, Arnaldo de Vilanova..... Y de nuevo hemos de advertir al menos tres omisiones importantes: San Isidoro, Alfonso el Sabio y Santo Tomás.

Fueran o no citados por él, los maestros del arte metalúrgico o del arte químico, conviene situar a nuestro personaje en su momento.

Vannoccio Biringuccio nacía noventa años antes que Alonso Barba. Viajó largo por Italia y Alemania recogiendo los conocimientos que luego expondría en su Pirothecnia, viviendo una metalurgia diversa y práctica que nuestro metalurgo ciertamente no conoció hasta que llegó a Perú.

Dejando a un lado la remota metalurgia prehistórica e histórica, desde la desintegración de Roma y hasta el siglo XVI no hay referencia o información específica sobre el arte metalúrgico. Hubo muy poca relación entre los que escribían, más o menos por oficio, y quienes trabajaban los metales; pero hubo, sin embargo, herreros, orfebres, fundidores de campanas que, aunque iletrados, sabían de metales e instruían cuidadosamente, amorosamente, a sus descendientes y aprendices; gracias al rigor de las ordenanzas de sus gremios mantuvo cada uno su arte.

Circunstancialmente aparecía algún metalurgo que, además, sabía escribir; generalmente un eclesiástico. Fue, por ejemplo, el caso de Teophilus, un monje que había ennegrecido sus manos y chamuscado su barba en la fragua, quien, hacia el año 1100, describía en su Schedula diversarum artium, por primera vez, cómo fundir y trabajar metales. Éste es el único manuscrito conocido anterior al siglo XVI, sobre cómo trabajar los metales. No obstante los metales, ni mosamente labrados, estuvieron presentes en infinitas obras de arte.

No existen incunables sobre la materia. Los primeros libros impresos fueron el Nütlicher Bergbüchlein y el Probierbüchlein, que son de comienzos del siglo XVI, y que con De la Pirothecnia representan, sin duda un notabilísimo avance.

El Nütlicher es un librito sobre menas (veinticuatro folios no paginados) fechado en 1527; se atribuye a un tal Galbus, de Freiberg. Es el primer libro de geología minera y está escrito en forma de instrucciones que Daniel, un experto minero, da a Enappius, su aprendiz. En los cuatro primeros capítulos se describen menas y se postula el origen de los metales; los seis restantes están dedicados a la plata, el oro, el estaño, el cobre, el hierro, el plomo y el mercurio. El origen de los metales se reparte entre peripatéticos, alquimistas y astrólogos, con la colaboración de San Alberto Magno; se atribuye a la asociación del mercurio y el azufre, con la participación, del calor, el frío, la humedad y la sequedad, y se extraen como exhalaciones a través de las vetas, debiendo su origen, cada metal, a la especial influencia de un planeta. Las vetas de plata aparecen, por primera vez, asociadas al bismuto. Se describe el oro aluvial que se supone generado en la grava; también el estaño. Cita al mercurio nativo localizado en cuevas "donde corre como el agua". Clasifica las menas como treinta años después figurarían clasificadas en De Re Metallica.

En cuanto al Probierbüchlein (15207), bajo este título se publicaron varias "ediciones" que resultan ser sucesivas revisiones, sin autor las primeras, pero bajo distintos nombres las siguientes. El contenido esencial es idéntico. Se trata de un recetario (ciento veinte recetas), destinado a ayudar la memoria de los ya prácticos, más que a iniciar a una persona en el ensayo. Las fuentes debieron ser muchas y diversas, ya que se repiten varias veces algunas rece-

tas con ligeras variaciones; por ejemplo, se dice ocho veces cómo separar el oro y la plata con azufre. De este librito están catalogadas veintiuna ediciones, trece del siglo XVI y cinco del XVII. Su contenido iba variando a medida que incorporaba nuevo material. Una primera parte está dedicada a la pesada. Sigue una referencia muy completa a agujas de toque o ensayo, de varias composiciones. Se dan, después, instrucciones sobre hornos, copelas, muflas, escori-ficantes y crisoles; sobre metales en hoja y en grano, y sobre reacti-vos varios para los ensayos (litargirio, sal, limaduras de hierro, plomo, vitriolo, sal amoníaco, azufre, agua fuerte). La última parte del libro está dedicada al afino de los metales nobles y se cita la amalgamación del oro y de la plata, lo cual quiere decir que era un hecho bien conocido. (El hecho de que un pedazo de oro "se fuera al fondo" cuando se ponía sobre mercurio, ya dió pie a Vitrubio (si-glo I a. de C.) para deducir de ello que la densidad de un cuerpo no depende de su peso sino de su naturaleza; pero no hay una referen-cia de análogo experimento en relación a la plata). Aunque resulte un libro de contenido difuso y confuso, y nada sistemático, después de cuatrocientos años siguen apareciendo libros de análisis igualmen-te difusos y hasta más confusos y menos sistemáticos. Es la primera obra escrita sobre análisis en la que quedó recogido el estado del arte de forma completa en lo referido al oro y a la plata, y, hasta cierto punto, al cobre y al plomo; que por cierto, no queda lejos de lo que hoy se practica por vía seca. Tan notable estado de desarro-llo sólo pudo lograrse por acumulación de conocimiento experimental transmitido prácticamente de forma verbal o manuscrita desaparecida. Sorprende que tratándose sus numerosas y sucesivas ediciones, de obras tan importantes para el análisis cuantitativo, hayan sido casi ignoradas por los historiadores de la Química. Desde luego fueron libros bien conocidos por Agrícola, y no es difícil deducir que, de alguna forma, los ensayadores reales de los asientos y las cecas de Perú y Nueva España, conocieran, si no los textos, sí los procedimien-tos de análisis.

(1539)

Aunque antes de que muriera Biringuccio ya habían apareci-do cinco ediciones del Probierbüchlein, no parece que <sup>este</sup> tomara algo de él para su obra, concebida, según se verá, como un libro de meta-lurgia práctica.

titulado Bermannus, que se publicó en 1530, aproximadamente diez años después de la primera edición del Probierbüchlein, y diez antes de la Pirothecnia de Biringuccio. Y, a lo largo del siglo XVI, fueron apareciendo una serie de libros conocidos como de los Secretos, compuestos por acumulación y en forma, también, de recetas de preparación que van de la cosmética a la metalurgia.

Aunque los alquimistas medievales dedicaron un gran esfuerzo a la investigación de las reacciones metalúrgicas, sus estudios apenas contribuyeron, directamente, al saber estrictamente metalúrgico. Para ellos la aleación cobre-cinc, obtenida calentando cobre con una extraña tierra, era un oro inferior, y no cobre con mejores propiedades. Al acabar el primer milenio de la Era Cristiana la alquimia se incorporó a la mística, o viceversa, y, como consecuencia de esta penetración, los abundantes y prolijos escritos de los alquimistas contienen poca información inteligible sobre el comportamiento de los metales o alguna explicación más o menos convincente.

Ésta era la situación cuando escribían los autores importantes del siglo XVI: Vannoccio Biringuccio (De la Pirothecnia, 1540, un año después de su muerte); Georgius Agrícola (De natura fossilium, y De re Metallica, 1546); Pérez de Vargas (De re Metallica, 1569).

En la revista Mining and Metallurgy y en su número correspondiente al mes de abril de 1940, Cyril Stanley Smith publicó, bajo el título "A neglected Italian metallurgical classic", un artículo dando a conocer el libro de Vannoccio Biringuccio De la Pirothecnia cuya primera edición, hecha en Venecia, tiene, como se ha citado, fecha de 1540. Este "descubrimiento" del Dr. Smith interesó tanto al American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, que su Memorial Fund Committee consideró un privilegio publicar la traducción que apareció en 1942. Era importante que, al hilo de las agudas observaciones y el don de la descripción precisa del metalurgista italiano del siglo XVI, se llamara la atención de los actuales hacia una forma de pensar en que se compararan viejos métodos y modernas maneras de hacer las mismas cosas. A veces, de estas comparaciones, se deduce que, básicamente, lo viejo y lo nuevo no son tan diferentes. La historia nos enseña a aplaudir a quienes nos han precedido en toda empresa humana, y eso es muy bueno. En verdad, fueron hombres como Biringuccio, Agrícola, Pérez de Vargas, después, Alonso Barba, artesanos del metal, operarios de la mina, del horno,

o del ingenio, quienes acumularon los hechos básicos para que las artes industriales pudieran evolucionar hacia la tecnología una vez fecundadas por la ciencia. Era la época en que, por otro lado, los hombres letrados se enzarzaron en prolongadas disputas teológicas. Los artesanos fueron los verdaderos experimentadores del momento que reproducían fenómenos, ejercitándose en su arte, y relacionaban los resultados buenos y malos. Sin el caudal de los hechos así acumulados no hubieran ido muy lejos los que se ocuparon de componer un entranado teórico. Fueron muchas las reacciones químicas provocadas, o descubiertas y utilizadas mucho antes de que se las pudiera relacionar, y apreciar su significado. El desarrollo fué lento porque fueron pocos a la obra, porque era difícil la comunicación recíproca, porque el esfuerzo no era precisamente solidario.

Cuando el libro de Biringuccio salió de prensas hacía ya cien años que se había inventado la imprenta, pero de los treinta mil trabajos que se habían impreso en el siglo XV, ninguno fué de metalurgia y muy pocos lo fueron de algún tema científico; la mayor parte de los autores cuyas obras se imprimieron habían muerto hacía varios siglos. La obra de Biringuccio interesó y estimuló tanto a los artesanos inteligentes como a los hombres educados y se inició con ella una serie de publicaciones sobre artes técnicas. La información que en ella recogió la adquirió por propia observación y experiencia en los talleres de fundición extractiva, de hechurado y de moldeo. "No tengo más conocimiento y saber -dice- que el adquirido por mis propios ojos". Se aprecia en su texto el gusto por aplicar artes y conocimiento al trabajo de los metales; le satisfacía más lograr lo deseado que profundizar en las causas de las cosas. Recomienda la experimentación, dada la variedad de materiales y productos, para encontrar el verdadero procedimiento "haciendo una y otra vez, siempre variando, y quedándose con el mejor". Operaba con sentido de la cantidad y de la escala. "Pesad todo -dice- y no os fiéis de nadie"; pero más que por desconfianza lo advertía por la importancia que daba al rigor de la pesada. Se interesa, pues, por operaciones que llevan a buenos resultados y no le preocupa demasiado el por qué; bien es verdad que los fundamentos que pudieran deducirse en aquel momento de los ritos alquímicos no permitían otra cosa. Reconoce sin gran entusiasmo que los alquimistas prácticos han producido cosas útiles, pero llega a la conclusión de que se engañan a sí mismos. Realmente es admirable leerle, desde este siglo,

que la mala suerte no es sino ignorancia o falta de cuidado, y que el fundidor puede asegurarse la asistencia de la buena suerte si presta suficiente atención a los detalles. Genial.

A los aspectos técnicos une consideraciones de carácter organizativo y financiero, por ello su obra debería interesar al economista tanto como al historiador de la ciencia y la tecnología.

Para nosotros, consultar su obra ha tenido, además, el interés de haber encontrado en ella la descripción de lo que bien pudiera ser el antecedente del procedimiento para el beneficio de los minerales de plata que introdujera en América, por México, Bartolomé de Medina (1555), y que llevara a Potosí Fernández de Velasco (1571). La descripción a que me refiero figura en el Capítulo XI, Libro noveno, que titula "Método de extraer toda partícula de plata u oro de escorias de minerales, o de barreduras de cecas, batihojas y orfebres; y también de los contenidos en ciertas menas". Dice así: "Una idea útil y muy ingeniosa fué, ciertamente, la del inventor de una forma rápida de extraer oro y plata de las barreduras de todas aquellas artes que los manejan, así como toda partícula que los fundidores de menas puedan haberse dejado en las escorias, y también en algunas menas. Esto se realiza sin gran trabajo de fundición, sólo por la virtud del mercurio. Para ello, constrúyase primero una gran solera de piedra o madera y colóquese en su interior una rueda de molino que gire en el hueco de la solera como la de un molino de harina. En la concavidad de la solera póngase el material que contiene el oro después de haberse molido bien en un mortero y haberlo lavado y secado. Muélase en el molino descrito mientras se le humedece con vinagre o agua en la que se han disuelto sublimado, verdigris y sal común. Después se agrega suficiente mercurio para cubrirlo todo. Agítese durante una hora o dos, haciendo girar el molino bien a mano o por una caballería, según el diseño que se haya utilizado. Recuérdese que cuanto más se froten entre sí en el molino el mercurio y el material más probable es que el mercurio absorba la substancia que el material contiene. Finalmente, así preparado, el mercurio se separa de la tierra con un cedazo o lavándola y así se recupera el mercurio. Entonces hágasele subir en una retorta o pásese por una bolsa y en el fondo quedará el oro, plata, cobre o cualquier otro metal que se hubiera colocado en la solera bajo la piedra de molino, para ser molido". "Queriendo saber este secreto, le dí al que no

lo enseñó un anillo con un diamante, valorado en veinticinco ducados y me comprometí a darle la octava parte de cualquier beneficio que consiguiese de esa operación. Lo cual te digo no para que tu me lo devuelvas por enseñártelo yo a tí, sino para que así lo estimes y valores mucho más.

En el Capítulo II del Libro tercero había ya dejado escrito: "La substancia de la plata se extrae también de varias menas que son puras noliéndolas como te he dicho y lavándolas, y después humediciéndolas con vinagre que haya contenido verdigris, o también humediciéndolas con agua en la que se hayan disuelto sublimado, vitriolo y verdigris. Esto se hace en una solera de molino, de madera o de piedra, con una pequeña piedra de molino encima que muele juntas las dos cosas con bastante cantidad de mercurio, y al frotar hace que el mercurio abraza toda substancia de los metales y la toma para sí. Recogiendo esto y pasándolo a través de una bolsa de piel de venado o evaporado en un alambique, la plata y el oro que allí hubiera queda en la bolsa o en el fondo de la retorta. Este procedimiento es muy corto y allí donde tiene éxito, muy provechoso".

Sin embargo, ninguno de los autores españoles hacen referencia a lo publicado por Biringuccio. La cuestión queda, pues, en si el procedimiento del patio fué importado de Europa o si fué reinventado en México. Sorprendentemente hay otra cosa clara, además de lo transcrito del libro de Biringuccio, y es que, a pesar de esa referencia, en la Europa central no se practicó el beneficio de las menas de plata por amalgamación hasta doscientos años después de adoptado en México. Efectivamente, hasta 1784 no montó Ignar. Elder, V. Born su molino <sup>de</sup> Mercurio en Glashutte, sobre el que publicó en 1786 un trabajo titulado Anquicken der Gold und Silberhält igen Erze. Born pretendía que su proceso era nuevo, pero lo único nuevo con relación a los ingenios de Potosí y Nueva España era la agitación mecánica. Para fijar aun más el carácter exclusivo con que se practicó el procedimiento en hispanoamérica recogemos la historia que refiere el mismo Born según la cual el español Don Juan de Cordova, en el año 1588, se dirigió al Tribunal de Viena ofreciéndose a extraer la plata de los minerales, con mercurio. Incluso realizó varios ensayos ante el famoso Lázarus Erckern, y, aunque parece que utilizó vitriolo y sal, los ensayos fallaron y Erckern informó recomendando a sus señorías que no malgastasen más dinero en esos experimentos

porque era tirarlo.

Antes de seguir adelante creo llegado el momento de informar sobre Bartolomé de Medina. Al principio de su personal historia fué, uno de los mercaderes de Sevilla. Cómo llegó este mercader de telas a ensayar temprano en Indias, un procedimiento de beneficio de la plata por medio del atogue, es un misterio. Y el misterio no se aclara, precisamente, si se admite que llegaba a Nueva España con cincuenta años de edad en 1554, dejando en Santa María Magdalena, frente al Guadalquivir a su esposa con sus cinco hijos, aunque es verdad que para aquellos años se pedían a Sevilla afinadores por copelación, porque sabían hacerlo con más libertad y provecho. Pero, por lo leído, Medina lo que hizo nada más llegar fué resolver consultas de mineros sobre amalgamación de menas de plata, actividad un tanto precoz dada su poca edad en el oficio. Medina tuvo méritos y honrazas bastantes para haber merecido mejor trato y más ventura en su momento -alguna vez me ocuparé de ello- pero por lo que ahora toca, las circunstancias de su invento siguen sin estar claras. Su procedimiento (amalgamación en frío de la plata contenida en los menas requería unos conocimientos previos de carácter general que no consta dónde los había adquirido.

El mismo Don Luís Berrio de Montalvo, Alcalce de Corte de la Ciudad de Méjico (1643), se refiere en un informe al procedimiento diciendo:.... "el cual beneficio truxo a esta Nueva España, habrá ochenta años, Bartolomé de Medina, minero de Pachuca, sin más arte que haber oído decir en España que con atogue y sal común se podía sacar la plata de los metales a que no se hallaba fundición". Pero seguimos sin referencia de que aquí se practicara.

Si hay que dar crédito a una cédula de la Princesa Gobernadora extendida en Valladolid el 4 de marzo de 1552, la amalgamación ya se practicaba cuando llegó a Mexico Bartolomé de Medina ya que en la cédula se dice: "Habiendo visto lo que vosotros y el vuestro Visorey de esa tierra nos habéis escrito acerca de la necesidad grande de que se envíe a ella cantidad de atogue para beneficiar la plata...".

No es improbable, pues, que el mercader Medina tuviera conocimiento de lo recogido por Biringuccio cuyo libro se había publicado quince años antes del viaje de Medina a America y que de él le



interesara todo lo relativo al oro y a la plata que por entonces ya se desbordaba por su ciudad, Sevilla.

En la noticia sobre las minas de Guadalcanal (México), descubiertas precisamente poco antes de 1555, se alude en algún momento a unos alemanes que habían de llegar con un Juan de Juren (o Xuren) a los que sólo se les reconoce conocimiento en fundición no en afinación ni, desde luego, en amalgamación. La misma Princesa contesta a Don Agustín de Zarate: "Platicareis con Juan de Xuren si esos alemanes han usado del azogue para lo de las fundiciones, porque de la Nueva España tengo aviso que es muy provechoso para ellas y se hacen mejor y más presto y a menos costa; escribirme heis si lo saben hacer o no". Pues más bien no, señora, puedo ahora decir yo.

De esta interesante correspondencia cabe deducir que la febril metalurgia era, para Gobernadores y cortesanos al menos, un buen llo. llo que el azogue vino a complicar. Tanto que, a los pocos años (1558), se "recuperó" de Mexico a un aprendiz de Bartolomé de Medina, Nosen Antonio Boteller, para que aplicara el beneficio por azogue en las minas de Guadalcanal de Sevilla, donde por lo visto fracasó.

Y para terminar con historias de alemanes involucrados en este asunto, también se dice que con Medina llegó uno a Nueva España, no católico, a quien las autoridades, no dejaron desembarcar, acaso para que no saliera perjudicada la fe por el beneficio de los minerales. Pero si el Santo Oficio no dejaba embarcar en Sevilla libros sospechosos, menos hubiera permitido el embarque a un hereje en persona. En cualquier caso, si el experto era él ¿cómo pudo Medina solo, poner en marcha un procedimiento tan nuevo, complejo y difícil?

Digamos para completar la referencia necesaria a la transcendental obra de Biringuccio, que su Pirothecnia fué, durante dos siglos, un libro de consulta (en 138 años se hicieron nueve ediciones). Sin embargo, parece que los autores que le siguieron no creyeron necesario rendirle el homenaje de la cita; las referencias a Biringuccio en la bibliografía científico-técnica son escasas. Agrícola, sí reconoce que fué un sabio experimentado en muchas cosas, que le refrescó la memoria de algunas que él mismo vió en Italia, pero,

como hemos dicho, Alonso Barba probablemente no le conocía.

El otro libro trascendental publicado en el siglo XVI -es decir, antecedente de Arte de los Metales- es De re metallica, de Georgius Agrícola, cuya traducción al inglés de la primera edición en latín (1556), la publicó ya en 1912 The Mining Magazine; en 1950 apareció publicada en USA una reimpresión de aquella traducción.

Agrícola le escribió en latín; se vale, pues, de un medio de expresión que hacía mil años que se iba restringiendo cuando la metalurgia empujaba, en muchos aspectos, a ser. Se vio precisado por ello a crear sus propias expresiones. Pero tuvo la ventaja, acaso buscada, de que el latín era todavía, aunque sólo conservada, la lengua culta. Escribió el libro a lo largo de veinte años y lo hizo con tal claridad de estilo que puede ser hoy modelo de relato de hechos, ideas y conceptos. Durante casi dos siglos fué libro de texto y guía de mineros y metalurgos. Naturalmente, los métodos y los procesos han sido superados, pero en la aventura del desarrollo de la metalurgia -una de las actividades industriales más diferenciadas e importantes- la obra de Agrícola merece ser preservada más que los miles de volúmenes responsables de la confusión que nos inunda.

Si se tiene en cuenta el papel que las artes metalúrgicas han desempeñado en la historia de la humanidad, una vez más tenemos que subrayar la escasa bibliografía existente hasta los tiempos de Biringuccio, Agrícola y Pérez de Vargas (1569).

(1494)

Agrícola nacía con el Descubrimiento. Su verdadero nombre ~~era~~ Georg Bauer que fué, probablemente, latinizado por sus maestros. En 1527 aparece de médico en Joachimsthal, en el más prolífico distrito metalúrgico de Europa Central. El tiempo que no requirieran sus servicios médicos cultivó su interés vocacional por la minería y metalurgia. De su contacto con los mineros, sale su primer libro dialogado, Bermannus (1530); poco después De Mensuris et Ponderibus, <sup>(1533)</sup> y empieza a preparar De Re Metallica que tardaría en publicarse, como se ha dicho, aproximadamente veinticinco años.

Agrícola fué estudiante de amplios intereses, y de profundo pensar, hombre religioso fué en sus últimos años fiel católico -la religión de sus padres- apesar de lo que ello suponía en aque-

llos momentos en la Alemania de Lutero, y se manifestó muy identificado con su amigo Erasmo. Murió a los 62 años el 21 de noviembre de 1555; el año en que la metalurgia hispanoamericana estrena, en Nueva Granada el procedimiento del patio, de Bartolomé de Medina.

Ciertamente, para apreciar lo que la obra de Agrícola representó es preciso insistir en la escasez de conocimientos en la materia antes de su época. Aparte del libro del Génesis, los únicos intentos de explicación fundamental de los fenómenos naturales fueron los de los filósofos griegos y los de los alquimistas, pero Agrícola apenas menciona credos, y a los alquimistas simplemente no los aguanta, esto matizado por su formación clásica ya que, en verdad, siguió a los peripatéticos, aunque repudió vigorosamente algunas de sus enseñanzas refutándolas con argumentos que constituyen la primera batalla que se da en el desarrollo de la ciencia, al enfrentarse la observación y la especulación inductiva. En aquellos primeros momentos Agrícola ya escribió: "Aquellas cosas que vemos con nuestros ojos y entendemos con nuestros sentidos, se pueden demostrar con más claridad que si se aprendieran sólo por razonamiento".

La exposición de sus opiniones es a veces, confusa, pero no se puede comparar con las de sus predecesores y con las de la mayoría de sus sucesores en más de dos siglos. De todas las aproximaciones teóricas a los fenómenos observados las de mayor interés son las relacionadas con el origen de los depósitos minerales porque en esta materia tuvo grandes oportunidades de observación y mayor experiencia. No corresponde a este Discurso profundizar más en la obra de Agrícola que representa, como ya dijimos a propósito de la de Biraguccio, la acumulación de la experiencia de generaciones que encontraron en ambos autores los relatores idóneos que, además, configuraron la ya incipiente tecnología metalúrgica incorporando los pocos principios científicos que en aquellos momentos estaban establecidos. Los grabados que ilustran el texto contienen tanto detalle, calidad y arte que la información que puede obtenerse de ellos y el recreo de su contemplación superan a la de una buena fotografía actual.

Las referencias a la amalgamación son, sin embargo, pocas, breves y vulgares; es seguro que ni Bartolomé de Medina, ni Don Albaro, habían aprendido de Agrícola nada sobre este concreto tratamiento.

EL DESEMBARCO  
 f EL VIAJE  
 AL ALTIPLA-  
 NO.

Ya ha llegado el momento del encuentro. El joven Don Alvaro va a desembarcar en Portobelo; con Nombre de Dios, los dos abrigos atlánticos en el istmo del Caribe. Cuando en los últimos años del siglo XVI (1588?) las Indias reciben a Alonso Barba, la flota de Tierra Firme rendía viaje en Portobelo. Nuestro metalurgo había tenido tiempo, soles y firmamentos, calmas y tormentas, para rezar e imaginar qué sería lo que le esperaba: ¡un Nuevo Mundo o un Mundo Nuevo? Las dos cosas Padre Barba; con el Nuevo antes o después aquel, ciertamente, era otro Mundo.

Para empezar, Portobelo; por algo Colón le daría ese nombre. La muchedumbre en que reventaban galeones y navíos llenaban las calles del pequeño recinto, bien fortificado pero insalubre, que pasaría, en unas horas, de prácticamente vacío a multitudinario. Solo de los galeones saldrían cuatro o cinco mil soldados; los mercaderes no serían tantos pero, sin embargo, ocuparían más espacio. Sorprendería al recién llegado la cantidad de mulas que entraban en la ciudad, procedentes de Panamá, cargadas de barras de plata; acaso más de doscientas veía el señor cura descargar en la plaza pública como las vió el Padre Tomas Gage, y empezaría a querer dar fe de tanta maravilla ante sus queridos en Lepe. Habría "tantos montones de barras de plata como de piedra en la calle, que se dejaban allí sin miedo de que las robasen". ¡Quieren Vds. mayor portento?. El precio de las cosas empezaría a subir; era la contramaravilla. Y era digno de ver cómo se vendían mercancías, no al menudeo, sino por mayor, a piezas y al peso; y cómo hacían sus pagos no en dinero o moneda, sino en barras de plata... No había, durante quince días al menos, una feria así en el mundo entero. ¡En qué pagaría Don Alvaro? Pues en Padrenuestros, que a eso iba, si el mercader creía en Cristo y entendía la caridad.

Dado su destino, desde Portobelo, se trasladaría o por tierra o, como en un paseo, por el río Chagre, hasta cinco leguas de Panamá, el puerto del Pacífico en el mismo istmo; leguas que recorrería incorporado a alguna de las "grandes y muchas recuas que los mercaderes tienen para ese efecto", dando traspiés porque los ojos tenían otras cosas que ver que los cantos del camino. Allí esperaría, como Dios le diera a entender, procurando evitar las fiebres, a que se formara la flota del Pacífico que repartía viajeros y mercaderías por los puertos del Mar del Sur: Quilca, Arica, Iquique... Por cierto que en Quilca tendría ocasión de ver las primeras badanas con mer-

curio llegado a lomos de carneros de la tierra desde Huancavélica, para embarcar hasta Arica con destino a Potosí, así que Don Alvaro y el mercurio harían el primer viaje juntos, ellos que iban a ser, andando el tiempo, tan buenos amigos.

Si es verdad que en 1609 servía en Tarabuco, no lejos de Potosí, -aunque con el valle del Pilcomayo por medio- franquearían juntos ya los Andes desde Arica, para alcanzar el Altiplano peruano-boliviano -donde estaban situados los principales asentamientos mineros- por calzadas Incas que comunicaban Tumbes con Arica, Quito con el sur del lago Titicaca, Cuzco con Nazca... "El camino de la sierra -decía Hernando Pizarro en 1553- es cosa de ver, porque en verdad, en tierra tan fragosa, en la cristiandad no se han visto tan hermosos caminos, toda la mayor parte de calzada. Todos los arroyos tienen puentes de piedra o de madera. En un río grande que era muy caudaloso y muy grande, que pasamos dos veces, hallamos puentes de red"... Para pasar dos veces por el mismo sitio cuando se iba descubriendo hace falta andar sin parar con un Ángel de la Guarda de escudero. Al llegar aquí, no he podido resistir la tentación de transcribirles una versión más reciente de la epopeya andina. Es la de un caballero peruano tan cualificado como Don Fernando Belandé. Dice así:

"En Europa no pueden tener una idea plástica de la epopeya española en América. Yo conozco mi tierra peruana palmo a palmo, cerro a cerro, villorrio a villorrio. La he recorrido a pie y a caballo, y he podido medir, como nadie, el esfuerzo ciclópeo de los conquistadores y colonizadores, que tomaban rutas desconocidas y nunca exploradas. A mí, detrás de un pico de los Andes, me esperaba un pueblo, y yo iba por allí a recibir sus aplausos y su cariño. Pero a los españoles ¿qué les esperaba o quiénes les esperaban? El misterio, la adversidad, la lucha, la muerte. Nunca estaban seguros de que hubieran de regresar a su punto de partida. Yo puedo imaginarme lo que aquello debió ser. Es difícil formarse una idea de lo que es la cordillera andina, algo cósmico. Allí, a tres mil, a cuatro mil, a cinco mil metros de altura, los españoles construían ciudades, las ciudades barrocas de la colonia. Y allí trabajan en las minas. Hacían iglesias en los palacios incaicos y, en los nichos trapezoidales, colocaban, como si fueran hornacinas, las imágenes de sus Santos. ¿Saben ustedes que no hay ninguna mina en los Andes donde no queden huellas de los trabajos allí hechos por los españoles? ¿Se sabe,

acaso, los puentes, los acueductos, los caminos que trazaron?... ”

Y también me parece oportuno transcribir lo que otro caballero, éste español, exiliado en Méjico, Don Modesto Bargalló dice en uno de sus libros sobre la Minería y la Metalurgia en la América española:

“No es aquí lugar de describir los sufrimientos con que llegó a su fin la conquista del Perú, segundo vidas de conquistados y conquistadores. Pero, por muy lejos que estemos de todo espíritu de conquista y nos duelan los sufrimientos morales y físicos de todo país conquistado, ha de convenirse en que los descubridores y conquistadores de Indias no mostraron sólo ambiciones de tierras y riquezas. Contra la enfermedad y el hambre y en las luchas con los aborígenes y entre ellos mismos, ofrecieron valentía, audacia, altivez, atracción por lo incógnito, y, con ellas, dieron cara al dolor y al infortunio. Y a no pocos les estimuló el anhelo de ganar un sitio glorioso en la Historia. ¿Pudieron pensar de otro modo el moribundo Cieza de León al anotar amorosamente en su Diario (su futura Crónica del Perú) desde Cartagena de Indias a Potosí, sus impresiones sobre paisajes y pueblos; y Bernal Díaz al escribir, ya maduro, sus recuerdos de la Conquista, creando la maravilla de su Verdadera Historia de la Conquista de Nueva España?”.

Pero volvamos con nuestra expedición. Ocurriría casi forzosamente en este camino hacia el Altiplano, que se cruzaran con recuas de carneros -de llamas- que, por el real del Cuzco, llevaban plata de Potosí a la Ciudad de Arequipa, cerca del puerto de Quilpa. Sería de ver el momento de cruzarme las dos expediciones en algún punto de los colosales Andes. Lástima que Don Alvaro, más que escribir, hiciera. Malamente se hubieran arreglado los reyes de Castilla si Dios no hubiese puesto, precisamente en aquella cordillera, esos carneros. Las mulas que, al fin, llegaron, era ganado distinguido y flojo para aquellos andurriales, y se quedaron para hacer recados por la costa.

LGO MAS  
OBRE  
OTOSI

No sé lo que Don Alvaro encontraría en Tarabuco, en Tia-guanaku, en Lípez, en Chuquisaca, en Oruro, en Yullona y en Yotala, con cuyos destinos conoció prácticamente todo el Altiplano, pero sí sé de buena tinta, lo que encontró en Potosí (1635). Habían pasado acaso cincuenta años desde el descubrimiento del Cerro y aproximada-

mente veinte desde que se aplicara en aquel asiento el procedimiento de amalgamación.

La Villa estaba situada en la falda Sur-Oeste del Cerro. Con la congregación de todo género de gentes -familias nobilísimas, indios y españoles de ambos sexos- se llegaron a censar más de - 150.000 almas en 1611 (50.000 en indios asistentes y trajinantes); los españoles se distribuían en 1.500 casas. Don Alvaro llegó allí a servir en la parroquia de San Bernardo, una de las Trece que fundara el Virrey Don Francisco de Toledo en 1572, además de la Iglesia Matriz o del Regocijo (1547). Unas ordenes religiosas atendían los Hospitales y una casa de mujeres recogidas, a la vez que las monjas Hermitañas y las Carmelitas Descalzas fundaban monasterios.

En Villa de tanto recurso como lograba de las cinco mil bocas del cerro, los Alcaldes gastaban con largueza el año de su vara, en opulentas mesas, en refrescos y en fiestas; y en Pajes galonados, que titulaban Ministros. Y los caballeros rivalizaban en dotar a sus hijas para haber buen matrimonio. Generales hubo que las dotaron con millones de pesos; y Doña Catalina Argandoña llevó - 800.000 pesos, fuera de unas Haciendas de viñas, cuando casó con don Lufa de Esquivel.

También el Rey era bien servido en dinero y en soldados. Consta que, entre 1560 y 1670, fueron varias las ocasiones en que recibió diez millones en plata y salieron de Potosí más de ocho mil criollos voluntarios a servir al Rey en diferentes sucesos y lugares del Reino.

La Villa se edificó, en un principio, en tumulto; los codiciosos, creyendo que sus riquezas, como las de otras minas, no fuesen permanentes, cuidaron muy poco de la población. Cada uno se situó donde quiso y así se formaron calles angostas y largas que aseguraban el tráfico y abrigaban de los vientos de la sierra. Como era tan crecida la entrada de bestias con metales y abastos y la de carneros de la tierra, con sal carbón y leña; era grande la basura y si el temperamento no fuera tan contrario a la corrupción serían inextinguibles las epidemias cada año. Cuando el Virrey Don Francisco de Toledo visitó Potosí (1572) pudo apreciar aquel barullo y trató de poner orden dictando un trazado más cuidado, y dispuso el traslado de las inmundicias.

Aunque tropical por su círculo, es tan alta y tan afectada todo el año por los aires destemplados de la cordillera nevada, que resultaba frío y molesto su temperamento por las lluvias continuas de noviembre a marzo. Granizos, hielos, nevadas y furiosos vientos desde mayo a Septiembre; el meso saludable y mas impetuoso el Tomahavi del norte. A tan extremoso frío llegó a atribuirse que en cincuenta años no se lograra la vida de ningún niño nacido de padres españoles, razón por la cual las madres salían a parir a los valles vecinos. Tanto es así, que a San Nicolas de Tolentino le cayó el milagro de que don Nicolás Flores nacido en el mismo Potosí en 1598, hubiera sobrevivido, constituyéndose en el primer criollo español de la Villa.

Como la riqueza no cedía se desarrollaron los oficios que se organizaron en gremios. Los hubo de todas las artes: de carpinteros, de Cereros, de Silleros, de Sombrereros, de Tejedores, de Flateros, de Herreros, de Arogueros... El comercio traficaba con las más isospechadas, caprichosas y lujosas mercancías. De cada provincia de España llegaba su género más acreditado: de Granada, Priego y Jaén, tafetanes, sedas y tejidos; de Toledo, medias y espadas; de Segovia, paños y rajás; de Madrid abanicos, estuches y juguetes; de Vizcaya, hierro. El resto del mundo probaba fortuna con lo suyo en un mercado nunca visto: Flandes, con tapicería, espejos, escritorios, caubrayes y encajes; Alemania, con todo género de acero y mantelerías; Genova, con papel; Toscana, con preciosos paños bordados y tejidos primorosos; Roma, con pinturas y láminas; Inglaterra, con bayetas, sombreros y tejidos de lana; Venecia, con vidrios; la India con Careyes, marfiles y piedras preciosas; Ceilan, con diamantes; Arabia, con aromas; Persia, El Cairo y Turquía, con alfombras; Malaca y Goa, almizcle y algalis....

Don José Carracido, en 1892, veía así el momento de la decadencia que alcanzó a vivir Alonso Barba: "en las prostrimerías del siglo XVI las riquezas del Potosí descendían precipitadamente a su ruina. Iniciada la decadencia de España, el genio de la invención ya no encontraba como antes poderosos y excepcionales recursos para enriquecer, por obra de su industria, las explotaciones en que se sucedían unas u otras las proposiciones de reforma, la codicia con que se disputaban los privilegios de invención y las órdenes prohibitivas dictadas en favor de particulares intereses antepo-



niéndolos al común provecho, todo patentiza que la fábrica antes robusta empezaba a desmoronarse, y en la proximidad del peligro surge imperioso el egoísmo, el agio suplanta al trabajo, la superchería a la ciencia, y solo se piensa en salir ileso de la catástrofe que amaga sin reparar en las artes con que ha de lograrse".

Descuenten de esta reconstrucción la cuota de fantasía, agreguen la de la miseria del mitayo en el fondo de la mina, pongan una buena ración de picaresca, dejen mucho espacio para los cuentos sin acabar que hicieron de la imperial Potosí la Villa a ver para realmente haber visto las Indias, y tendrían el casi mítico lugar en que a Don Alvaro le vamos ya a dejar escribir su libro.

INTRODUCCION  
AL  
ARTE DE LOS  
METALES

Don Juan de Lizarazu, del Consejo de su Majestad y su Presidente en la Real Audiencia de la Plata, tuvo noticia grande de las buenas letras y mucha virtud del Licenciado Alonso Barba y de su particular conocimiento en las materias del beneficio de todo género de metales, y para que lo pudiese hacer de más cerca lo pasó del Curato de Yotola al de San Bernardo de Potosí. Instóle repetidas veces, apoyándose en el servicio al Rey y en el bien común de todos sus vasallos, a que sacase a la luz un libro en que se enseñase científicamente lo que en el beneficio de los metales acaso se practicaba sin ninguna regla cierta. Y Don Alvaro lo hizo con tan particulares observaciones en lo que comúnmente se ejecutaba, y con tan extraños y nuevos modos sobre los que hasta entonces se habían seguido por los más famosos beneficiadores de la Ribera de Potosí, que Don Juan de Lizarazu quedó persuadido de que era lo primero que se había escrito en aquella materia, con particularísimo bien para aquellas Provincias y servicios de su Majestad. Y lo envió al supremo Real Consejo con fecha primero de marzo de 1637, para que saliera en nombre de su Alteza.

En su dedicatoria, fechada unos días antes (15 de febrero), Don Alvaro decía a Lizarazu que el trato de las minas y beneficio de los metales particularmente de los de plata con azogue, es la cosa, entre las temporales, de más importancia, en aquellas tan ricas como dilatadas Provincias, cuyo modo de sacársela era ignorado antiguamente y no sabido hasta entonces con fundamento, aunque se usaba desde el año de 1574 en aquella Villa de Potosí. Ignorancia que había causado el desperdicio de innumerables riquezas que excedían a los tesoros que de aquellas Indias se habían llevado. La abundancia de

aquella prosperísima tierra no era disculpa bastante a Don Alvaro para tan considerables daños. Más pensaba que había que cargárselos a los que la habían gobernado sin mostrar a este particular asunto tan declarado afecto como se les conocía en otras cosas.

No tenía en pequeña gloria el haber ido a parar a Potosí, como a plaza de armas o Universidad la más famosa del mundo y donde más se necesita de la conferencia de materias semejantes. Ganas me dan, Don Alvaro, de contarle cómo estas materias que fueron tuyas, y ahora más, no vamos a tener Universidad que las conferencie: Nos han quitado el conocimiento. Dichoso usted que tuvo en manos de quien poner tratado semejante, y quien se lo pidiera.

"No dudo -dice- que serán de provecho las advertencias que en el público, y, por lo menos, siendo el primero que escribo de materias tan importantes, demás del ejemplo que doy para que se animen otros que alcancen más, pongo cimientos sobre qué levanten mas aventajados discursos".

Aunque se había propuesto al principio tratar solamente del beneficio de azogue, juzgó después por necesario el no dejar lo que toca a la fundición, y por conveniente el zanjar los fundamentos del arte de los metales con dar alguna noticia de las cosas minerales que con ellos se crían.

Hay en la edición de 1770 -que incluye el Tratado de las Antiguas Minas de España que escribió Don Alonso Carrillo y Laso- un Prólogo al Lector, castizo, crítico, actual y breve, que me voy a permitir transcribir; mi lector juzgará. Dice así: "Lector mío, nunca más propiamente juzgo llamarte mío, pues no te ofrezco Obra en la que la idolatría de tu censura haga tiro alguno; porque si la hicieses contra su autor, ya murió, y no puede responderte, contra mí no hallo causa, pues por tu beneficio la doy a la estampa, que por andar tan escasa, y ver que aun el oro no podía hacer que se consiguiese, careciendo muchos Curiosos del Libro por el excesivo precio con que la carestía le fué subiendo, hoy te lo presento vestido nuevamente con el Tratado de las Minas de España, para que se conozca que el error de la poca experiencia de los Mineros que las benefician, nos tiene persuadidos a que es incierto que nuestra España las tenga, o que su fruto es tan corto que no alcanza al útil

del beneficio: Si te parece bien, agrádecemelo; si mal, no lo leas, que para todo tienes licencia, pues tú por tu curiosidad lo compras, y yo por mi gusto le estampo. VALE".

(He aquí un vale bien puesto, para que aprendan quienes ahora ponen a cualquier conversación la misma rúbrica).

Los Diputados del azogue de la Villa de Potosí, examinaron, por orden de Don Juan de Lizarazu, el tratado del Licenciado Alvaro Alonso Barba y juzgaron que correspondía a la satisfacción que de su persona se había tenido de muchos años a aquella parte en aquellas Provincias, por servicio de los de más importancia que pudieran hacerse a su Majestad y por beneficio, sin igual recompensa, a todos sus vasallos de aquellos Reinos. En su acaso preceptiva Aprobación, reconocían por el modo de discurrir en estas materias "los muchos años de atenta experiencia que tiene de ellas, y de los daños que hemos experimentado en las pérdidas de Azogue, y en no haber sacado toda la ley a los Metales, vemos las causas y sus remedios, señaladas con tan concluyentes razones que aunque muchos particulares no se han podido hasta oy experimentar por mayor, por la brevedad del tiempo, no dudamos de su certidumbre, mayormente interviniendo el Crédito del Autor, en que ninguno de los que le conocen pondrá duda. Es trabajo digno de tanto mayor premio, quanto sin esperar convención de ninguna lo publica, demás de los conocidos méritos, que en su persona concurren, para que su Majestad le haga merced". Así lo sienten y firman en la misma fecha en que Alonso Barba dedica su Tratado a Lizarazu (15 de marzo de 1637).

Ya en Madrid -y septiembre veintiocho de mil seiscientos treinta y nueve- Don Paulo de Barundelet, vé el libro y juzga por muy útil y provechoso que se imprima. Siguen, la licencia y privilegio por diez años, la Fé del Corrector general de libros de que está bien y fielmente impreso con su original, y, por fin, la Suma de la Tasa por los Señores del Consejo, "a cuatro maravedis cada pliego el cual (libro) parece tener treinta y uno, que, al dicho precio, monta tres reales, y veinte y dos maravedis, en papel".

Si he interpretado bien la tasa, como en tiempos de Felipe IV 1 marco de plata fina equivalfa a 2412 maravedis, y 1 marco pesaba 230 gramos, los 124 maravedis del papel equivaldrían a 11.5

gramos de plata. Ateniéndonos a la cotización actual de la plata, aproximadamente 35 ptas/gramo, resulta que el papel de cada ejemplar de la primera edición supondría aproximadamente cuatrocientas pesetas de hoy.

El título completo del tratado es:

A R T E  
D E L O S M E T A L E S

EN QUE SE ENSEÑA EL VERDADERO  
BENEFICIO DE LOS DE ORO, Y PLATA  
POR AZOGUE.

EL MODO DE FUNDIRLOS TODOS,  
Y COMO SE HAN DE REFÍNAR Y APARTAR

Es importante aclarar cuanto antes que Arte es la virtud, el poder, la eficacia y la habilidad, para hacer alguna cosa o el conjunto de reglas para hacerla bien; que los metales a que alude el Título son, en realidad, las menas. Lo que enseña pues es, cómo beneficiar las menas de oro y plata tratándolas con mercurio, y también el modo de beneficiarlas fundiéndolas, que hoy llamamos metalurgia extractiva con fusión. Para comprender lo que este tratado significó conviene situarse en el momento de la historia de la química en que se escribe, y en dónde se escribe.

DON ALBARQ Y  
QUINICA  
DEL  
DESCUBRI  
MIENTO.

A finales del siglo XIII se habían ya traducido la mayoría de los textos árabes, a cuya labor se consagró la Escuela de Traductores de Toledo prestando así un trascendental servicio a la cultura europea. Los estudiosos de Europa podían empezar a trabajar por su cuenta debidamente informados de lo que la civilización árabe había ya recorrido. La evolución fué lenta y recibiría un gran impulso con la creación de Universidades, con la invención de la imprenta, y con la convulsión que se produjo por la exploración del planeta cuyo hecho más destacado, el Descubrimiento con mayúscula, venimos comentando. Los resultados de todo ello empezaron a recogerse en el siglo XVI; algunos de éstos ya se han expuesto.

En el campo del conocimiento que hoy entendemos como Química, se tendió a la alegoría y al misticismo; frecuentaron la escena los charlatanes y se produjo una desconfianza popular hacia los

alquimistas a quienes, por algo, el Dante situaba en el infierno, y a quienes nuestro Alonso Barba como buen sacerdote, perdonaría pero les llamaba "multitud de ignorantes" que con sus embustes habían desacreditado el nombre.

A pesar de todo, precisamente un alquimista práctico español, con el nombre de Geber, escribió, hacia 1310, los libros más influyentes y más copiados.

Los cuatro libros atribuidos a Geber (La investigación de la perfección, La suma de la perfección o el magisterio perfecto, La invención de la verdad y el Libro de los hornos) tratan de profundizar en la "verdad" de la Alquimia. Se exponen en ellos las teorías sobre la composición de los metales, en las cuales las exhalaciones fumante y húmeda de Aristóteles se identifican con el azufre y con el mercurio, respectivamente. Ya San Alberto Magno (1193?-1280) había aclarado, el primero, la composición del bermellón (cinabrio) al considerarlo como óxido-sulfuro de mercurio. Y los espagíricos (espagírica era el arte de depurar los metales) sostenían que el azogue es la materia de todos los metales y que de él y del azufre se engendran en sus minas por cocción y preparación mayor. Queda así registrada la temprana asociación de estos dos elementos en las elucubraciones alquímicas.

Don Alvaro tercia en la polémica, y en el capítulo XIX de su Libro Primero, "defiende la opinión de los que dicen que el Azogue y Azufre son la materia de los metales". Y lo hace así (léase despacio para poder recrearse en la forma de decir y en el fondo de la controversia):

"Los que no juzgan por factible sino lo que les parece serlo a la capacidad de sus discursos (presunción indigna de hombres doctos, y que a muchos que son tenidos por tales les debiera minorar el crédito), niegan al Arte la posibilidad de transmutar unos metales en otros con razones que no solo no convencen, pero ni aún aprietan. No es de este lugar el referirlas, ni el examinarlas, aunque por la conexión que tienen con el conocimiento de metales, de que se trata, será fuerza tocar algunas y dar a entender claramente la flaqueza de sus fundamentos.

raleza crfa y perfecciona los metales, y que yerran en decir se componen de Azogue y Azufre porque, a ser esto así, muchos rastros y señales se hallarían de ambas cosas en las Minas de Oro y Plata, y de los demás metales, constando por la experiencia lo contrario.

"Poco importa lo primero, pues convenciera, quando mucho, que de ordinario procedían mecánicamente, y con principios científicos, los que hicieron estas transmutaciones, pero no por ello se quitaba la posibilidad y verdad de ellas.

"En lo segundo se conoce manifiestamente la temeridad con que se arrojan a afirmar lo que no saben. No hay cosa más experimentada entre los que tratan de metales, que la mezcla ordinaria que tienen de Azufre, y su abundancia en los Minerales no es pequeña señal de su mayor riqueza. Baste, por ejemplo, el Rosicler del famoso Cerro de Santa Isabel del nuevo Potosí, en la rica provincia de los Lipas, que casi todo era Plata, criado entre tanta abundancia de Azufre que las caxas o peñas entre que se crfa el metal ardían en llegándoles las velas encendidas. Todos los que llaman Soroches, Mulatos, y Negrillos, y los que tocan en Antimonio y Margarita, abundan de Azufre conocidamente, como se dirá adelante.

"En el Azogue pasa lo propio, aunque menos advertido por ser cosa que en los metales crudos no está tan sujeta a la vista, ni perdiéndose en humo en los que se queman se dexa conocer al olfato, como el Azogue; pero bien experimentados son sus efectos en los que con poco recato asisten a los humos de las fundiciones, y de pocos años a esta parte ha servido de claro desengaño el mineral de Challatiri, que está cuatro leguas de éste, el más celebrado y rico del mundo Cerro de Potosí, pues sus metales fundiéndose por de Plata, como lo son, dexaban en el horno su plancha y juntamente mucha abundancia de Azogue que se cogía entre lo menos caliente de las cenizas. Su copia lo manifestó a la vista y después, aprovechándolo mejor por su beneficio ordinario, rendía tanto Azogue como las piedras más ricas de Guancavélica, donde también podría ser se hallasen muchas reliquias de Plata en la gran suma de metales que hasta oy se han quemado; no sé si ha hecho acaso la experiencia algún curioso.

"Quando lo dicho no bastara para desengaño, era de ninguna fuerza para probar que los metales no se componían de Azogues y Azufre el decir que carecían de ello sus Minas, pues como partes compo

nentes habrían pasado ya a otra naturaleza del todo que de ellas se hizo dexando sus propias formas. Pero, desmenuando más estos secretos de la naturaleza, sacan los Sabios (no los Vulgares) de todos los metales otra vez el Azogue, de que dicen componerse palpable y visiblemente; no escribo el modo, por no ocasionar a experiencias Chímicas, llenas de más inconvenientes que provechos. También el Azogue común se convierte en plata fina, cierta prueba de la posibilidad y verdad dicha, de que hay tantos testigos de vista en aquellas Provincias, que fuera temerario arrojamiento el desmentirlos a todos".

En uno de los títulos de Geber aparece un magisterio; pues bien, resulta curioso registrar que es término muy usado en los textos alquímicos con el significado de método, y que con el tiempo derivó gradualmente para significar también al agente que se utilizaba en el proceso. No es por esto aventurado decir que aquí está, acaso, la raíz de los magistrales utilizados en los procesos de analgamación.

Analgamación y magistrales son una operación y un producto que aparecen asociados en la metalurgia de la plata en 1555 (Bartolomé de Medina) y que siguen unidos en algunos pasajes del Tratado de Don Alvaro. Parece llegado el momento de dar una breve interpretación actual de ambos.

Una analgama es una aleación de mercurio con otro u otros metales. El hecho de que el mercurio sea un metal líquido entre  $-38.9^{\circ}\text{C}$  (temperatura de solidificación) y  $+357.0^{\circ}\text{C}$  (temperatura de ebullición), y que sea prácticamente noble (no reactivo), da a las analgamas -sus aleaciones- unas propiedades peculiares. Sucede que con los metales que mejor se alea, disolviéndolos, es con el oro y la plata, precisamente los metales del Descubrimiento y por eso la importancia de este proceso que, aunque conocido como fenómeno, los primeros que lo utilizaron en el beneficio de las menas de plata fueron los españoles primero en Nueva España (Bartolomé de Medina 1555) y luego en el Reino del Perú (Pedro Fernández de Velasco, 1571).

Los metales citados, oro y plata, pueden formar con el mercurio, en frío (a temperatura ambiente), unas fases sólidas ricas en oro y plata, 67 y 30%, respectivamente (véanse los diagramas de fases en equilibrio de los respectivos sistemas), fases que quedan impregnadas en mercurio que conserva en solución una proporción muy

pequeña de aquellos metales. Comprimiendo el conjunto, más o menos pastoso, mercurio metal + fase sólida, se puede extraer una gran parte del exceso de mercurio y queda una pella de las fases sólidas, aún "mojadas" con mercurio. Dado el bajo punto de ebullición del mercurio, calentando estas pellas se puede hacer desprender de ellas el mercurio por evaporación, y recuperarlo por condensación de los vapores producidos.

El mercurio sólo amalgama plata metal (plata elemental), no sus compuestos. Por ello, cuando los minerales se tratan con mercurio, éste, en principio, sólo disuelve la plata que pueda haber al estado metálico y que, cuando la hay, está en forma de partículas generalmente muy pequeñas y dispersas, por eso hay que moler la mena (el metal) muy fino (harina) y amasar con mercurio para facilitar el contacto mercurio-plata. Pero en las menas la plata suele estar también en forma de compuestos que hay que descomponer para que la plata elemental (plata metálica), así "liberada" del compuesto (reducida), pueda incorporarse al mercurio (amalgamarse). Para lograr esta descomposición, que ya entonces se intuía necesaria para sacar el máximo rendimiento, recurrieron a toda suerte de aditivos con más o menos criterio: agua, sal común, magistrales, vinagre, verdigris, linaduras de hierro.... Los magistrales -que coinciden en el propósito con los magisterio citados en la bibliografía del XVI- eran productos variados y complejos cuya composición, consecuentemente, dependía de su preparación e ingredientes: si se trataba del producto resultante de la tostación de piritas -en sí también complejas- podría contener, principalmente, cobre y hierro en forma de óxidos y sulfatos; otros magistrales se preparaban con cuparosa azul o piedra Lipe agregando o no escoria de hierro y lamas quemadas. Si a esto se suma la complejidad y variada riqueza de las menas -que no conocemos- se entenderá que no debamos interpretar en detalle aquel proceso por lo que a la función de los magistrales se refiere.

Sólo puntualizaremos lo que nos parece evidente:

- 1) El medio acuoso y ácido facilitarfa la disolución de sales y óxidos. La ganga del mineral permanecerfa insoluble.
- 2) El mercurio incorporarfa, por amalgamación, cualquier

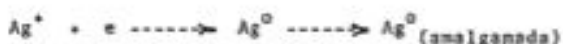


partícula de plata -incluso átomos- con tal de que ambos, plata y mercurio, se pusieran en contacto.

- 3) Toda la plata no metálica estaría en forma oxidada. Cualquier reacción eficaz para su recuperación por amalgamación, ha de ser reductora.
- 4) Operando en la atmósfera (oxidante) los únicos reductores posibles serían: o un metal más activo que la plata, no soluble en el mercurio (por ejemplo hierro o el propio mercurio; o alguno de los iones presentes en la solución capaces, por su parte, de oxidarse.



esos e (electrones) serían los agentes reductores.



- 5) Los iones oxidados podrían recuperar sus formas iniciales en presencia de sus respectivos metales:



Estas distintas posibilidades competirían de acuerdo con los también distintos potenciales de esos equilibrios, que, en función de las concentraciones iónicas y de los valores específicos de cada sistema, decidirían la posibilidad dominante en cada caso.

- 6) el potencial químico de la plata amalgamada a efectos de una posible reoxidación:



es muy pequeño, lo que equivale a que prácticamente toda la plata reducida se encontraría, al final, en el compuesto intermetálico presente en la amalgama.

- 7) La sal tendría el efecto de precipitar posibles formas coloidales y de aportar el ión  $\text{Cl}^-$  a la solución acuosa, ión que puede formar cloruros complejos con algunas de las especies iónicas y actuar así sobre los equilibrios formulados.
- 8) Tratándose de reacciones tan sutiles no debe extrañar que se hubieran de ayudar, para que fueran más rápidas, con molienda, amasado, tiempo (duraban hasta veinte días en frío), y, eventualmente, realizar la operación a temperaturas más altas.
- 9) la gran densidad de la amalgama y su propiedad de unirse en una sola masa si estaba suficientemente limpia, y la falta de afinidad hacia ella de los constituyentes de la carga -además de su finura- facilitarían mucho la limpieza de la pella de amalgama por lavado con agua corriente.

Retornemos al hilo de la historia.

El tal Geber, fue también un metalurgo práctico ya que describe, por primera vez con claridad, las propiedades de los metales y explica detalladamente el método de copelación para separar plomo y plata.

Por encima de especulaciones y fantasías, se había desarrollado el conocimiento real químico-práctico, sobre todo en relación con los metales. Conocimiento que no se hizo público hasta después de doscientos años.

Había, pues, quedado establecido que la materia de todos los metales es húmeda e incombustible; incorporada en las cavernas minerales con tierra sutil y quedando indisolublemente mezcladas. La materia próxima de los metales es el mercurio. La naturaleza le unió un agente adecuado, el azufre, que lo digiere y moldea en forma metálica. El azufre es una especie de grasa terrosa, engrosada y endurecida por cocción a temperatura adecuada y se relaciona con el mercurio por complementariedad. El mercurio se coagula en las concavidades de la Tierra por medio del azufre, que le es el adecuado, de donde se deducía que los dos, el azufre y el mercurio, en su mutuo

juntarse, son los principios primeros de los metales. ¿No podría ser también, que aquel furor amalgamante en Nueva España y en Perú fuese un corolario de la aceptada crianza y perfección de los metales por el mercurio y el azufre?

A diferencia de los metalurgos, los alquimistas puros se quedaban con el concepto de metal para aquellos peculiares materiales -demasiado pronto para hablar de elementos- tenaces, densos, plásticos, fusibles y fríos, asociados a ciertas tierras y sacados y separados de ellas, de momento, por el fuego.

Pero ¿qué era el fuego para aquellos operarios ilustrados de la más antigua de las artes? Como Don Alvaro había leído a Plinio, veamos lo que éste le había dicho:

"Al terminar este repaso de las formas de hacer, hechas arte por la inteligencia humana para ayudarse a imitar a la naturaleza, no podemos sino maravillarnos del hecho de que el fuego sea necesario para casi todo: funde las sales de la tierra ora en vidrios, ora en plata o en minio, o en uno u otro plomo, o en alguna substancia útil al pintor o al médico; por el fuego se desintegran los minerales y se produce cobre; en el fuego nace el hierro y por el fuego se domina; por el fuego se purifica el oro; por el fuego se queman las piedras para juntar los muros de las casas... El fuego es el elemento incommensurable e incontrolable del que es difícil decir qué hace más si producir o consumir".

En las ideas de la naturaleza del azufre y del mercurio como principios primeros de los metales basaron los alquimistas sus escritos de los siglos XIV y XV, repitiéndolas hasta la saciedad. Ideas que eran atribuidas a un pretérito personaje que, por su prestigio, predispusiese a aceptarlas. Arnaldo de Vilanova fue uno de los afortunados nombres.

La química había llegado a un callejón sin salida y siguió escribiéndose así hasta el siglo XVIII, cada vez más mística y alegórica, llegando a considerar a la química practicada en el laboratorio como una especie inferior. Lo suyo era la evasión hacia el perfeccionamiento del alma. Alonso Barba entendería en otra forma de perfeccionar el alma.

El siglo XVI es el siglo en que la química se practica en técnicas. La realidad social y cultural favorecía el que antiguos problemas tuvieran nuevos planteamientos. Son las realidades, vuelvo a repetir, de la imprenta, que permite la difusión de las ideas de los autores clásicos, y del Descubrimiento. Las ciencias inician un activo desarrollo; Vesalio (1514-1564) en anatomía, y Copérnico (1473-1543) en astronomía, son dos ejemplos.

En Química los progresos fueron más lentos a pesar de que quienes, de una u otra forma, la cultivaban expusieron sus procedimientos sin demasiadas reservas, pero con la confusión del momento. Quienes practicaban o utilizaban los procesos químicos no eran alquimistas ni creían en la transmutación. Eran eso, prácticos, ejecutores a su manera, experimentadores. Por eso los libros que aparecieron eran de este talante, en los que raramente se trataba de profundizar en la "teoría". Se admitían las teorías aristotélicas, matizadas con esa especie de "salto a la fama" que habían dado el mercurio y el azufre. Eran estudios de métodos, reactivos y aparatos. Por eso <sup>hasta</sup> el año 1500, fueron pocos los libros alquímicos. Pero aquellos hombres prácticos, los experimentadores de su momento, dieron un gran impulso al pensamiento científico, y con este impulso avanzó el conocimiento estrictamente químico en nuevas direcciones abiertas por los nuevos hechos, accidentales o provocados; que no pasaron ya desapercibidos, y que sugirieron nuevas interpretaciones; gérmenes, a su vez, de otras hipótesis que llevarían al gran desarrollo del siglo XVII.

Así, pues, Alonso Barba vivió en años críticos para la Historia del conocimiento, pero los vivió en la luna de entonces, en el altiplano andino, y hubo de hacerse sólo entre Virreyes, Gobernadores, parroquianos, buscadores, azogueros y mitayos, pero cada uno en su sitio.

Mineros y ensayadores venían trabajando sistemáticamente en sus artes desde el siglo XIV al menos, pero, como ya hemos comentado en su momento, hasta principios del siglo XVI no aparecieron sus libros. Y no fué irrelevante, a efectos de su difusión, que se escribieran en alemán o en latín.

La distinta manera de aproximarse a los fenómenos por parte de los metalurgos y de los alquimistas, queda reflejada en la li-

beralidad o restricción respectivas con los que estos trabajadores aceptaban o daban explicaciones. Por ejemplo, los alquimistas sostenían firmemente que solo podían existir siete metales que se correspondían con los siete cuerpos celestes. En cambio los metalurgos, más cerca de la realidad que de la elucubración, advirtieron que había otros metales distintos de los proclamados, y los citaban: cinc, cobalto, bismuto...; e instrufan sobre cómo proceder para llegar a todos, cuantificando los materiales térreos (menas) y los reactivos, lo cual influyó decididamente en el futuro de la química.

Nuestro Alonso Barba, se une al coro de los metalurgos y al comentar en el Capítulo XXII de su Libro Primero la especial sujeción de los metales a los Planetas, dice que "ni esta subordinación o aplicación es cierta, ni tampoco lo es que los metales no sean más de siete: antes se puede presumir, probablemente, que haya en lo interior de la tierra más diferencias de ellos que las que de ordinario conocemos. Pocos años ha que en los montes Sudnos de Bohemia, se halló el que llaman Bismuto, metal que es como medio entre el Estaño y el Plomo, sin ser ninguno de los dos, ni conocido sino de muy pocos, como podrá ser haya otros muchos. Ni el ser solamente siete los Planetas (quando queremos atribuir algo a la subordinación y concordancia que entre ellos y los metales se imagina) es cosa cierta oy, pues con los instrumentos visorios, o de larga vista, se observan otros más. Vease el Tratado de Galileo de Galileis, de los Satélites de Júpiter, y se hallará el número y movimiento de aquestos Planetas nuevos, advertidos con observaciones muy curiosas".

También muy importante para <sup>el</sup> progreso de la química en aquellos años fué la labor de Philippus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), quien se llamó a sí mismo Paracelsus (varias veces citado por don Alvaro), figura muy discutida en la historia de la medicina y de la química, empeñado en tormentosas controversias con los médicos que aún seguían a Galeno. Sus escritos fueron tan contestados que sólo empezaron a publicarse (1560) a los veinte años de su muerte, y, ciertamente, cambiaron el curso de la medicina y de la química. Tomó de Arnaldo de Villanova sus ideas para curar la enfermedad por medios químicos y en el campo de la metalurgia, del que tuvo conocimientos por haber crecido en un distrito minero, fué, pudiéramos decir, un filoastrologo místico, confuso en el decir (es sabido que los autores alquímicos puros eran un tanto cantinflarios,

como no podía ser menos).

Para Paracelso, tanto el trabajo del hierro como la cocción del pan eran alquimia. Las soluciones que obtenía por un conjunto tipificado de reacciones de los metales, eran "aceites". Su contribución más importante a lo que pudieramos llamar "química teórica" de la época fue añadir a los tradicionales componentes de los metales -azufre y mercurio- un tercero, la sal; lo cual fue muy bien acogido por sus colegas. Era la forma de completar la tría prima (gas, líquido, sólido), ya que en la teoría azufre-mercurio, el azufre era el principio inflamable, el mercurio era, claramente, el líquido, y faltaba el sólido que fue la sal, cuerpo térreo. Según esto, al quemar la madera ardía el azufre, se vaporizaba el mercurio y se convertía en cenizas la sal. Estos tres componentes no eran realmente las sustancias que con esos nombres se conocían, sino sus esencias.

Basilius Valentinus (supuesto monje benedictino) fue, según parece, el pseudónimo de J. Thölde y fue el autor del Carro Triunfal del antimonio (1604) primera monografía dedicada a la química de un solo elemento, citada por Alonso Barba, así como el Tyrocinium Chymicum de Beguinus, publicado en 1610, obra que tuvo gran difusión a través de sus cincuenta ediciones en latín y otras lenguas. Como se ha aludido también a la cita que hace a Galileo es oportuno recordar que fue en el año 1616 cuando éste prometió abandonar su doctrina "herética" y que el "drama" tuvo su climax en 1633 cuando abjuró de sus "errores y herejías". Es decir, hasta los asientos del Altiplano llegarían no solo tafetanes, sedas, joyas y brocados, sino libros; libros actuales y específicos que Don Alvaro estudiaría y cuya doctrina juzgaría con independencia de criterio como lo demuestra esta cita a Galileo en 1637 cuando ya se había pronunciado en Roma el Santo Oficio. Acaso pensara como el físico que la Biblia no puede equivocarse pero sí sus intérpretes, y también hubieron de pensarlo los censores de su libro.

Otro autor, Andreas Libau (Libavius) (1540?-1616) iatroquímico, definía alquimia, en su Alchemia (1597), como el arte de obtener magisterios y de extraer esencias puras separando los cuerpos de las mezclas. Para él la transformación de los metales en sus óxidos y la precipitación del cobre por el hierro eran transmutaciones. Otra vez aparecen los magisterios, que bien pudieran ser lo que nuestros

minero-metalurgos castellanizaron como magistrales.

En el siglo XVII continuó dominando la química práctica, la experimental, pero se hizo cada vez más frecuente la especulación teórica, muy descuidada en el siglo anterior; de manera que, al terminar el siglo de Alonso Barba, la química tenía su propia filosofía.

Glauber (1604-1670) fué un autodidacta que en 1656 llegó a aplicar los principios de la química a elaborar recomendaciones para la autarquía de Alemania. Viene a cuento citarle no sólo porque probablemente muriera intoxicado con mercurio, sino porque acudió al amor y al desamor para dar a entender lo que hemos acabado llamando, fríamente, afinidad.

"Los metales -dice- tienen diferente naturaleza de modo que los semejantes se aman mutuamente y los desemejantes se aborrecen y se huyen; y cuando hay una masa de metales diferentes y se quieren separar, es preciso hacerlo añadiendo algo que tenga afinidad hacia la parte más imperfecta, y enemistad hacia la parte más perfecta. Así, por ejemplo, el azufre es amigo de todos los metales, excepto del oro, al que odia; pero ama a unos metales más que a otros (incluso a los imperfectos).

Comparen ustedes mismos lo que nuestro Don Alvaro dice al respecto en el Capítulo II de su Libro Tercero, en el que trata "De la antipatía y simpatía que hay entre los metales, y cosas minerales, como entre las demás de su naturaleza": "Muchas son las virtudes y propiedades ocultas que puso Dios en todos los géneros de cosas naturales, cuyos efectos son tanto maravillosos cuanto más ignoradas las causas de ellos, y en vano se habrá cansado y cansará en investigarlas el Filósofo más sutil con discursos de su entendimiento, pues para mayor magestad de la naturaleza las escondió el Autor de ella en la oscuridad de su secreto, y para humillar también la altivez de la presunción humana que, no alcanzando a saber lo que con las manos toca y ve con los ojos, cada día intenta levantarse sobre los Cielos, y abarcar, con su cortedad, la inmensidad de las disposiciones Divinas. Llenos están los Libros, y conocidísimas son las experiencias de estas maravillas que confiesan, los que más saben, proceder de causas ocultas, que tienen su principio de las formas, y acompañan a las especies de las cosas, y ninguno pasa de aquí, señalando en par-

particular quales sean. Antipatía y simpatía, que es como discordancia o conveniencia de unas cosas con otras, llaman al fundamento de estos maravillosos efectos, y es gustosísimo espectáculo el que la naturaleza propuso en las perpetuas paces e inviolable concordia que algunas entre sí guardan y el odio capital y enenistad con que otras parece se persiguen y aborrecen, causas que puso Espédocles por origen y seminario universal de todas las generaciones y corrupciones del mundo, y que no sólo se hallan en los elementos por las qualidades en que concuerdan y se diferencian, sino en todas las demás cosas; y aun hasta los mismos cielos las han subido los Astrólogos, con las amistades y enenistades que fingen entre los planetas, que en elegantes versos cantó Manilio, y todos enseñan en los primeros rudimentos de la Judiciaría. Milagros son de la naturaleza los que en esta razón se experimentan cada día entre animales y plantas de que pudieran llenarse no pocas hojas, que escuso por no hacer a mi propósito. Entre las piedras y metales no se observan menores maravillas; pues deben contarse por las mayores entre las humanas, los efectos de la Iman con el Hierro, los que hace el agua que llaman Fuerte, sacada de medios minerales, en que, como si fuera sal, se deshace y convierte en agua la plata, y otras muchas cosas que de ordinario experimentan los que se exercitan en estas materias. Entre los metales mismos se haya la amistad y enemistad que entre las demás cosas sólo del Plomo es amigo el Estaño, a los demás destruye y aborrece. Con particular virtud recoge y junta el Hierro al Plomo y revivifica al Aroque ya casi muerto y destruido. La Iman de la Plata es el Cobre que, con justa admiración de los que lo ven, atrae a sí lo que estaba hecha agua y la reduce a cuerpo; experiencia antigua en el mundo, y que pudiera mucho antes de ahora haber abierto los ojos a los que han tratado de metales, para, por su medio, sacarles más seguro y fácilmente la Plata que tuvieren".

La primera mitad del siglo XVII fué de creciente precisión en el campo de la química práctica. Se apreció la importancia de los experimentos cuantitativos; se fijó la idea de la indestructibilidad de la materia y empezó a comprenderse la naturaleza de los ácidos, bases, sales y de numerosas reacciones. La química "teórica" pasó por un estado caótico: cada "químico" daba su propia explicación a la estructura de la materia. Ya no podían seguir aceptando las doctrinas originadas dos mil años antes, pero las nuevas hipótesis y teorías fueron efímeras y no llenaron el vacío. Se necesitaban aún mejores explicaciones a los hechos. Estaba abierta la ruta a la teo



ría corpuscular cuyo gradual desarrollo condujo a la química moderna. No es mera coincidencia que aparecieran las Sociedades científicas; la Royal Society de Londres, por ejemplo, se fundaba en 1662.

Daniel Sennert (1572-1637) pensaba que la existencia de las más pequeñas partículas individuales (las mínimas) quedaba demostrada cuando el vapor del espíritu de vino penetraba el papel de escribir, o cuando un volumen grande de vapor se contraía durante la destilación hasta convertirse en una pequeña gota de líquido. Para Galileo (1564-1642) las partículas, aunque indiferenciadas, estaban separadas por poros de distintos tamaños que permitían la expansión y contracción. Francis Bacon (1561-1626) propuso su particular hipótesis sobre la materia: no aceptaba los átomos de Demócrito (468-370 a. de J.C.), creía que el calor era una forma de movimiento y que la ciencia había de esforzarse en el descubrimiento de las formas para explicar las propiedades de la materia. René Descartes (1596-1650), que no creía en la realidad de los átomos sino en una materia continua aunque infinitamente divisible, se esforzó por explicar la Naturaleza en términos mecánicos tratando de establecer un sistema filosófico universal, del que los químicos tomaron lo que pudieron aplicar a sus reacciones, cuya principal consecuencia fue desterratar que las causantes fueran fuerzas ocultas.

El mayor exponente de esta interpretación mecánica fue Robert Boyle (1627-1691), un tipo de científico vocacional, que se dio particularmente en Inglaterra, investigador por afición, y de holgada posición económica. Boyle, iniciado en la física, estudió las propiedades del aire y derivó hacia la química con la idea de llegar a ofrecer una imagen mecánica de las reacciones, explicando el comportamiento de las substancias por analogías con sistemas mecánicos; el mundo era para él como una gran obra de relojería. Con estas ideas escribió su The Sceptical Chymist (1661). Era un filósofo corpuscular e interpretó el fenómeno del fuego y la calcinación dentro de esa teoría. El fuego estaría constituido de pequeñas partículas en rápido movimiento. Un experimento suyo fue encerrar en matraces de vidrio diversos metales, taparlos herméticamente y calentarlos a elevadas temperaturas hasta transformarlos en cales (óxidos). Abrió después los matraces y pesó el producto; la interpretación del aumento de peso fue que las partículas de fuego habían penetrado a través del vidrio y se habían combinado con el metal.

Aunque Boyle, como hemos dicho, tuviera una idea corpuscular de la constitución de la materia, su idea de elemento no iba en la línea del actual concepto. Precisamente, en el apéndice de su *Sceptical Chymist*, daba la siguiente definición de elemento químico, que se cita como precursora de las ideas de Lavoisier: "Para evitar errores -dice- debo advertir que por elementos entiendo ahora lo mismo que aquellos químicos que hablan sencillamente llaman Principios: ciertos cuerpos Primitivos o Simples, o perfectamente separados, que no están formados por otros cuerpos, ni unos de otros, y son los ingredientes que componen inmediatamente todos aquellos cuerpos perfectamente mixtos, y en los que últimamente éstos pueden resolverse".

El desarrollo de la hipótesis corpuscular desembocó en la lógica conclusión de que los elementos debían de estar formados por partículas indivisibles, es decir, por átomos. Átomos que, pensados como inalterables, llevaron a rechazar la idea de la transmutación.

En el siglo XVII se producía una auténtica revolución en la química, que fue parte de la más amplia que se iniciara en todas las ciencias experimentales. Se derrumbaron las antiguas hipótesis más bien contemplativas; se estableció y arraigó el concepto de átomo; el laboratorio de experimentación pasó, en la ciencia, al máximo rango, y los químicos se comunicaron entre sí. El gran público empezó a interesarse por el progreso y por las posibilidades de la ciencia. Quedaba preparado el camino para la "revolución" de Lavoisier; no, naturalmente, la que le segó la cabeza.

Conociéraslas o no Don Alvaro, así estaban las cosas cuando residiendo él en Tarabuco, pueblo de la Provincia de las Charcas, ocho leguas de la Ciudad de la Plata -actual Sucre- su Cabeza, quiso experimentar uno entre otros modos que había leído para quaxar azogue -que había de hacerse en olla o vaso de hierro. Le faltó esta olla y por ello intentó hacerlo en un perolillo ordinario de cobre. No tuvo éxito, y añadió, tentado, algunos materiales, entre ellos: mineral de plata sutilmente molido. Parecíale que las reliquias de semilla y virtud mineral que en aquellas piedras había, con el calor y la humedad del cocimiento, podrían ser importantes para lo que pretendía. Al cabo de breve tiempo sacó notable cantidad de pella y plata, que al principio le alteró no poco; pero desengañoso presto advirtiendo que era la plata que el mineral tenía la que el azogue había recogido y no otra en que se hubiese en parte transmutado. Quedose muy contento con el nuevo y breve modo que acaso hubiera halla-

do de beneficiar metales, y desde entonces, con continuos discursos y experiencias, lo aventajó a lo largo de muchos años usándolo y comunicándolo publicamente sin hacer misterio de reservar para él sólo ni éste ni otros secretos. Ejercitólo con más comodidad desde el año 1615, siendo cura en Tiaguanaco, provincia de Pacages, y con más abundancia y porvecho desde 1617 en la provincia de los Lipas.

Al pasar el tiempo quisieron algunos ganar gracias atribuyéndose méritos ajenos, pidiendo aventajados premios en diferentes partes como inventores del nuevo beneficio, pero bien demostraron sus propios yerros y desengaños ajenos, no serlo ni saberlo con fundamento.

Don Alvaro sabía bien de sí mismo que no <sup>lig-</sup>había aprendido de nadie sino de la ocasión dicha, aunque por ser tan dilatado el mundo en edades y regiones, no se sabía -declara- si en alguna se había usado antes, aunque no hacían memoria de ello ninguno de los Autores Antiguos ni Modernos.

La Real Audiencia de la Plata le concedió provisión para que nadie, sin su licencia, usase aquel modo de beneficio, pero Don Alvaro se lo permitió a todos, aunque reservándose algunos particulares que luego contaría en su libro.

De estos particulares relativos a su legítimo procedimiento voy -con su permiso- a darles alguno de los que revelan hasta qué punto se sostiene en su propia experiencia el contenido de su tratado.

De momento, de solo puro y muy bien refinado cobre se deben hacer los vasos y los fondos para beneficiar los metales por atogue, porque si tiene alguna mezcla de Hierro, estará quebradizo y no se podrá labrar a martillo, y si tiene liga de plomo, estaño, plata u oro, cosas con las que fácilmente el Atogue se incorpora y las deshace, en breve se pasará y agujereará el fondo. Vaciado el tejo de que ha de hacerse, se quitará con hachuela todo lo que estuviese esponjado, solo se batirá lo macizo. El suelo ha tener forma de sarten, llano y de una pieza, seis dedos de alto y uno de grueso. Sobre este fondo se levantan, a la redonda, paños o planchas de cobre, más anchas por arriba que por abajo. Ciévense estos paños con el fondo y

unos con otros; los clavos serán de cobre y bien apretados. Para más seguridad, por la banda de afuera de las juntas se le dá un betun de cal viva o ceniza amasada con sangre de toro, con que no se saldrá el agua ni la lama del mineral, ya que el azogue no ha de llegar a ninguna de las juntas dichas.

Con estos fondos de cobre se podrán beneficiar toda suerte de metales (pacos, tacanas, plomos....), podía dárseles fuego de cualquier suerte con tal de que hirviera el agua que habían de tener, pero para escusar parte los gastos y prevenir inconvenientes, da de talladísimas instrucciones para construir los hornos.

Lo que pudieramos llamar filosoffa del procedimiento la da Don Alvaro en el Capítulo VIII de su Libro Tercero, en el que empieza asegurando "que este solo es el verdadero modo de sacar la ley a los metales por Azogue, sin pérdida ni consumo, y con muchas brevedad". En él dice que la vecindad y conveniencia que tiene la naturaleza del azogue con la de los metales, se manifiesta lo bastante, sin que faltasen otros argumentos, por la facilidad con que con ellos se une, los penetra, y embebe, convirtiéndolos en lo que se llama peña, lo cual no hace con ninguna otra cosa, antes echa de sí todas las de más del mundo. Pero no es igual tampoco la amistad que con los metales guarda, tiene grados según su perfección, uniéndose más aprisa con los que la tienen mayor. Al que con más velocidad se aplica es al oro, luego a la plata, y despues los demas metales; en último lugar el hierro. En esto se funda el beneficiar como hoy se usa los metales (menas) de oro y plata por azogue, "cosa no parocficada antiguamente pues ni aun Jorge Agrícola, en su copiosa Arte de metales hace mención de ella, habiendo oy trece años menos de ciento que la escribió, aunque para ensayar el Oro y recoger el más sutil pone algunos asomos de ella". El azogue está siempre dispuesto a abrazar a la plata y unirse con ella, el único estorbo es la tela o velo que a veces le produce la naturaleza.

El azogue, ni corre, ni puede correr riesgo de disminaurise en esta obra -sigue diciendo Don Alvaro- "porque recelar que pudiera con el mucho calor exhalarise, fuera más que ignorancia, pues la humedad del agua que sobre él está, lo defiende". Hasta los niños saben hacer hervir en un papel aceite sin que el papel se quemé y saben también poner entre las brasas encendidas un huevo atado a un hilo, y no quemarse el hilo. Por otra parte, cuando con fuego recio

hierve el agua en una caldera, no tiene su fondo calor que ofenda a la mano con que quisiere sustentarse (!).

Estaba muy experimentado que los repasos, ayudados por el calor y el tiempo, y de lo que con su movimiento causan con la mezcla de cosas que limpian, consumen y gastan esta capa, y se va juntando con el azogue la plata. De este modo, "más veces se repasa el metal (la mena) con el continuo hervir en un cuarto de hora, que en muchos días, y aun meses, en los ordinarios caxones". Además por el calor "no se tarda por este modo tantas horas como días en el ordinario, en sacarles a los metales la ley",

Llegado este momento debo suponer que ustedes se preguntarán cómo se hacía todo esto. Dejemos que nos lo explique Don Alvaro:

"Molidos y cernidos los metales con la mayor sutileza que se pudiere, si todavía, tocada la harina entre los dedos, se sintiese aspereza de relave grueso, se eche en tinas, birques o bateas, con agua suficiente y se menee muy bien, y, con un breve descanso, se apartará lo sutil de lo mal molido, que se asentará en el fondo. El agua en la lama se echa en los fondos o calderas grandes, a que, algo antes, se les habrá comenzado a dar fuego, con una o dos botijas de agua clara, según su capacidad, y con el Azogue necesario, conforme la riqueza del metal, aunque nunca se ha de echar menos del que fuere suficiente a cubrir todo el suelo de la caldera para que por ninguna parte pueda asentarse el metal en ella, que no caiga sobre el Azogue, irase meneando poco a poco con el molinete, aunque, en hirviendo el agua, causará movimiento bastante en el metal molido (si no hay relave muy grueso) para que refescándose con el Azogue, se una e incorpore con él lo que tuviere de plata, con que muy en breve se le sacará la ley. Hierva siempre el agua, para que no se interrumpa o dilate la obra, y la que con el fuego sermare se añada de otra caliente, o por un canal sutil se encamine a la caldera alguna poca que continuamente le entre en tal proporción que no sea bastante a impedir el hervor y que equivalga a la que con él se consume, cosa fácil de advertir en el crecer o menguar de lo que está en la caldera. Modérese la cantidad de harina que de una vez huviere de beneficiarse, con la grandeza del fondo y agua que en él cabe; de suerte que ni por ser el metal poco se multiplique el trabajo, ni por ser mucho se espese demasiado el agua, con que se dificulte el

subir y bajar tan frecuentemente con los hervores. Síquese de vez en cuando, con una cuchara larga, ensaye del fondo de la caldera, para ver la disposición que el beneficio lleva, y si tiene necesidad de añadir Azogue, y sacarle si se quiere parte de la pella que ya estuviere hecha, y lana o reliabillo, que con esta saliere, se vuelva al cocimiento hasta que se acabe y haya dado el metal la Plata toda, que se conocerá con las advertencias que se diran adelante”.

A primera vista pareciera no tener importancia ni provecho el uso de este modo de beneficio por la facilidad con que el azogue rompe los fondos, con riesgo manifesto de que se pierda todo, y la plata del metal; recelo no sin fundamento, por haberle sucedido así a cierto dueño de ingenio que quiso, sin más conocimiento, ejecutarlo por mayor. Pero Don Alvaro asegura que los fondos pueden durar mucho tiempo si se hacen como deben, y lo testifica porque un perolillo bien delgado le sirvió cinco años continuos en los lipes, sin romperse. “Era justamente Fundidor de Campanas el que en su ingenio quiso beneficiar por fondos; fundidos como ellas en moldes con su ordinaria liga de estaño, muy gruesos errores ambos, de quien solamente al vuelo, como dicen, tenía noticia de esta obra, y de que necesariamente se había de seguir su perdición, pues la humedad del agua y del Azogue no pudieron defender de la violencia del fuego la parte del fondo que por su grosedad estaba en ella tan distante, y así fué fuer<sup>a</sup> el derretirse y por la parte que el Azogue lo tocaba también lo había de penetrar y pasar facilmente por la mezcla del Estaño”.

También tiene explicación para los accidentes con artificios de cobre: “El durar poco las calderas o peroles ordinarios con el Azogue es, o por tener algunas soldaduras (!) o por haberse baticido el Cobre no macizo sino esponjado, de que se causan subtilísimas hojas que con facilidad se traspasan”.

He aquí ahora, en el parrafo siguiente, una impresionante prueba de conocimiento e ingenio, todo junto:

“El mayor daño que los fondos reciben es en la circunferencia que señala la superficie del Azogue, causado por el batir con tñuo de los hervores y la junta del metal y agua. Esto se remedia con un cerco de Cobre del canto de un real de a ocho o poco más de grueso y tres o cuatro dedos de alto, que sobre el suelo del fondo

se ajusta a las paredes de los lados. Recibe los golpes este cerco y cuando con el tiempo se gasta, se pone otro a poca costa, habiendo pasado por Plata todo el Cobre que de él se hubiese consumido".

Para proteger los fondos por la parte que el azogue los habia de tocar propone darles un barniz que se preparaba de cal viva apegada en vino, escoria de hierro y pedruzuelas lisas de arroyos, todo sutilisimamente molido y amasado con claras de huevos bien batidas, o con aceite. Primero se limpia el Cobre y se refriega con aceite y luego se le pone el barniz o betun. Así las calderas durarían muchísimo sin daño "pero impedíaseles la virtud que el Cobre comunica al agua y al metal que con él se refría". Sugiere otros reparos como esmaltes, vidrios, humos de Azufre, huevos quemados en los fondos y otras cosas que den color negro al cobre y le impidan unirse con el azogue.

"Y cuando finalmente con el tiempo que todo lo consume, se rompiere algun fondo estando con metal de Azogue, por descuido de quien debia mirar y prevenir este daño, no puede causarlo de importancia con la disposición del horno que se dixo". Y la disposición que se dixo es la siguiente: "El suelo (del horno) que corresponde a los fondos, se hará algo cóncavo, en proporción, que de todas partes haga decaída azia el medio, en el cual tendrá un agujero redondo de tres o cuatro dedos de diámetro, que pase al suelo inferior que tambien se hará cóncavo y bastante capaz"... "y si acaso con el tiempo sucediese por descuido romperse algun fondo estando actualmente beneficiando, al mismo punto que el Azogue se saliese (que es lo que corre riesgo con el fuego) por el agujero que está en el suelo de arriba correrá al de abaxo, donde no llega el calor, y se recogerá sin pérdida considerable, o ninguna".

El libro Arte de los Metales hay que leerlo despacio, sentándose en su tiempo, pero sin parar el reloj empupándose de buen decir; sabiendo lo que se dice. Lo que yo debo hacer ahora es presentárselo a ustedes como no sabía hacerlo mejor que cuando lo leí entero por primera vez, aquí está lo que entonces dije y quiero repetir:

"Este es, lector -decía- el relato delicioso de lo que es y acontece en el mundo mineral, interpretado a la luz de la fe y de la experiencia de un señor cura andaluz que, cociendo piedras o fundiéndolas, creó y enseñó su propio Arte cuando a España le correspondió la empresa de su Imperio.

Empieza a leerlo, amigo, cuando tengas calma. No se puede leer con prisa lo que sabe, y cómo nos lo dice, de los colores que las exhalaciones causarían, o de la variedad de colores que entre las tierras se halla; ni se puede pasar por alto la forma de imprimir los sabores de las tierras en el agua pura si en algún vaso se detienen juntas. Si vas deprisa, lector, acaso se te escape que la tierra de Lennia, parecida al almagre, pero que no mancha, debe cavarse el seis de agosto para que tenga su virtud.

Don Alvaro te aclarará que los mixtos que la naturaleza produce en las entrañas de la tierra, o se derriten o no, y así, o son piedras, o tierras, o metales, o jugos. ¿Que qué es el jugo? Pues la humedad causada por el frío; una mezcla de tierra y agua con más agua que tierra, porque si no, sería lodo. ¿Qué iba a ser! Aunque también es cierto que hay otros que se desatan con el frío.

Aprende, si no lo sabes, que la piedra margarita esconde en la lindeza de su nombre el fuego que despide herida por el eslabón, y es señal muy cierta de plata en sus vetas.

Estate atento a la generación de las piedras por virtud activa dificultosísima de conocer, pues se engendran en el aire, en las nubes, en la tierra, en el agua y en los cuerpos de los animales. Escucha cómo vio, convertidos en piedra dura pedazos de palo que sumergidos en el río de la Plata, se habían impregnado del jugo petrífico.



Las piedras, amigo, según don Alvaro -y cuando él lo dijo así era- tienen sus formas sustanciales con que se constituyen sus propias especies, lo que pasa es que, por no conocerlas, usamos de circunloquios en sus definiciones por señales y accidentes. A la forma de cada una acompañan sus particulares virtudes, mucho mayores que las que se hallan en los animales y plantas, proporcionadas a lo más que tarda en su generación la naturaleza.

Las plantas y animales, hombre, no pueden por su propia constitución alcanzar tan uniforme y bien mezclado temperamento como las piedras para obrar las maravillas que va relatando. Ni su materia blanda era capaz para recibir tanta fuerza; así como la dureza de las piedras es inadecuada para que haya en ellas hojas, flores, frutos, manos.... Pero tienen mayor virtud que todos los seres vivos.

Senejante elogio comparativo del mundo mineral en medio de la apoteosis vegetal y animal de la selva, requiere esa vocación por la jugosa tierra que Alonso Barba tuvo y cultivó por los pagos de sus parroquias.

Conociendo codiciosas aventuras de los hombres tras metales, descubre el buen cura la particular providencia de Dios -el Autor, le llama- ocultando la materia de que se engendran los metales en la oscura profundidad en que los crea, y en la dureza de las peñas en que los encierra, para poner algún estorbo a la ambición humana.

Se alza airado contra los que, por ahorrarse dificultosos discursos, dicen que desde el principio del Mundo creó Dios los metales de la manera que hoy están. Dice que así agravian a la naturaleza porque le niegan para los asuntos minerales, sin fundamento, la virtud productiva que tiene en las demás cosas-sublunares. No le gusta que ignorantes y embusteros desacrediten el nombre de los alquimistas que hacen anatomía de los mixtos de la naturaleza reduciéndolos a sus principios. Acude al fuego subterráneo y la atracción celeste para que el humo terreno, sutil, untuoso, y algo digesto del azufre, y el húmedo aqueo y viscoso, del azogue, ambos exhalados sobre la tierra libre, se levanten a la región del aire y se conviertan en cometas, nubes, celajes, nieves, granizos, rayos... ¡Qué hermosura! Pero si las dichas exhalaciones húmedas no tienen

salida y alcanzan lugares angostos y apretados, hendiduras de las peñas, se engruesan y convierten en medios minerales. Y si al subir se les opone alguna piedra tan dura que no pueden penetrarla, se convierten en perpetuos manantiales de agua nueva. ¿No es, también, hermoso?

Azogue y azufre, he aquí para el gran cura de Potosí la materia de los metales. Y para los que no les parece serio porque no les cabe en sus discursos -indignos datos que niegan al Arte la posibilidad de transmutar- va la censura de que sus razones no sólo no convencen, sino que ni aprietan. Afirman con temeridad lo que no saben -dice- ¿Hay cosa más experimentada entre los que tratan de metales que la mezcla ordinaria que tienen de azufre? Lo propio pasa con el azogue aunque menos advertido, ya que no se pierde en humo cuando se quema dejándose conocer por el olfato.

¿Cómo negar la transmutación, lector amigo, si vemos que semejantes o más dificultosas transmutaciones se hacen por Arte? El Arte produce avispas y escarabajos del estiércol, y de la albahaca hace salir escorpiones cuando se pone en el lugar y modo que conviene. ¿Es que no sabes que en Escocia de los pedazos de madero de los navios y de frutas de los árboles que caen al mar se engendran ánades?

Pero cuántos metales y dónde? puedes preguntar. Pues no son siete. siete subordinados a los Planetas porque tampoco son éstos sólo siete. La experiencia enseña y la razón persuade que los metales se generan en las venas de la tierra y discurren por su cuerpo condensando su humedad permanente. Esto es lo normal, pero también sucede que si concurren virtud mineral pujante y buena disposición, se crían. Los criaderos son, amigo, el vientro fértil del mundo mineral.

Haz caso a D. Alvaro, busca las piedras desecadas en raíces arrancadas de cuajo por los aires, o en peñascos derrumbados, abatidos por los rayos, o deshechos los estribos por corrientes de los ríos; observa los restos de los bosques que de propósito, o acaso, se pegaron fuego; haz caso a un indio que traiga una mata de tola; invoca a Dios para el remedio y emplea el Arte.

El autor te dirá cómo se buscan las vetas de metales, cómo

no se conocen y qué clase; y, luego, síguete en su fabuloso itinerario del orb<sup>POK</sup> Carabaya, Tipuani, Chaquiayapu, y el Valle del Coroyco; o en el de la plata por las provincia de Pacages, los Lipés, los Charcas... y en medio de ellos el nunca dignamente encarecido y admirado Cerro de Potosí, pródigo para todas las naciones del orbe. Aquí, Alonso Barba recita minas y más minas como testimonio de la riqueza sin igual de aquel reino -el Perú escalofriante de los Incas- en cuya saca podían ocuparse durante muchos siglos la mitad de sus indios. Oportunidad tienes aún, lector, de encontrar la mina Chaqui a cuatro leguas de la Villa Imperial de Potosí, cuya busca costó vidas de indios, muertos por sus propias manos por no ver se obligados a descubrirla.

Quedamos en que la plata sacada de aquel reino llenó de riquezas y admiración a todos los del Universo; y para ello, otro tanto se perdió y consumió de azogue. Precisamente la causa y rengido de estas pérdidas inspiraron la escritura de su Arte al señor Cura, aunque para tan excesivo gasto proveyera Dios por anticipado el abundantísimo mineral de Guancavélica.

No sería prudente, conociéndolas, pasar por alto las facultades o virtudes de las cosas minerales; por eso Barba te va a explicar, amigo las cualidades elementales que tienen contrarias a los temperamentos de las enfermedades. Unas curan la peste, como la esmeralda, otras restañan la sangre, otras prohíben los abortos -qué ocasión!-, otras purgan los humores gruesos; otras la melancolía, otras ablandan las durezas, deshacen los nudos y lobanillos, otras corroen y pudren las entrañas porque, cerrando las vías a los espíritus, ahogan.

Pero volvamos al beneficio de los metales. Bien dice el Licenciado Barba, que el magisterio de este beneficio lo trate quien lo entienda y no sin autoridad y licencia pública y con examen para ello, pues sin esto no pueden usarse oficios ¡Bien por el Maestro!

Los beneficiadores, amigo, recibieron sin razón ni cuenta, gravísima confianza, con la riqueza de aquella prosperísima tierra, y como su crédito, solo, asegura la verdad de lo que los metales rindieron, sin réplica ni apelación de su sentencia, ello es seguro fortísimo para que la violencia del interés les incite a hacer de las suyas. Honra cristiana sabe Don Alvaro, que ha menester quien

gora de estas ocasiones andando siempre con las manos en la masa para que no se le pegue algo. Dios nos libre de un beneficiador de mala conciencia. Pero no basta examen y aprobación de buenas costumbres si le falta el conocimiento necesario del Arte. Y esto es, lector, lo que el Licenciado deja escrito en su Tratado: el cómo y el porqué.

Pero antes deja. que te presente a los pacos, mulatos y negrillos. No, no son sus hombres, son sus minerales; son tierras bermejas y encendidas, aceradas o espejadas, o entreveradas con margarita. Quédate con los nombres consagrados del soroche, el cochizo, el rosicler... y aprende que el buen acierto para sacar la ley a los metales comienza a zanjarse cuando se escogen. Dar al azogue el metal que requiere fuego, es perderlo; echar en el horno lo que no es para fundir, es estorbar y dañar, y no hacer nada. Efectivamente, pero para así decirlo casi dos siglos antes de que se descubriera el oxígeno y se interpretara la combustión, hacia falta... pues eso, haber perdido mucho metal por dársele al azogue cuando requería fuego, y haber perdido mucho tiempo fundiendo lo que no era de fusión.

Te va a parecer mentira, lector, cuando leas de abortos que la codicia humana ocasiona, sacando antes del debido tiempo de las entrañas de la tierra lo que sazónándose en ellas viniera a ser metal perfecto. Perfecto, señor cura; perfecto y oportuno en el año del Señor en que vivimos los ciudadanos metalurgos de hoy.

Hay maleza, también, en los metales, que causa daño al azogue, pero Alonso Barba te dirá cómo se quita: se añade agua dulce al metal solido, mientras más caliente mejor; menfase y déjese asentarse un poco; viértase el agua clara en otro vaso, sin que el asiento se turbe; probada dirá, al gusto, la mezcla que tiene o no, en sabor estíptico o austero. Y si en vez de probar quieres ver dónde queda la maleza, cuece a fuego lento y con tus ojos verás el asiento de alumbre o caparrosa cuando el agua se consume. Así habrás de lavar hasta que salga dulce el agua o hasta que menfándolo con un hierro limpio no se cubra de color de cobre. ¿Está claro? .

Hay que haber observado mucho para dejar escrito que la sutileza de la harina es parte muy principal para abreviar el beneficio porque el azogue que atrae e incorpora en sí sola la plata que inmediatamente toca, con tanto mayor o menor pérdida cuanto el

metal fuere más rico y la harina más o menos gruesa.

Tiene sus más y sus menos con los beneficiadores, y deja las cosas en su sitio en cuanto a la quema de los metales. Se trata, dice, de disponerlos de suerte que el azogue abrace a la plata. Insuperable expresión. Por haberse ignorado este fundamento no hay en esta materia cosa en que tan a tiento, tan acaso y sin ciencia, se haya procedido.

Es seguro que los capítulos en que lava, quema, ensaya, prueba e interpreta, te van a deleitar, amigo metalúrgico. Son una maravilla de observación, intuición y experiencia. Aprecialo, por ejemplo, cuando discute si el azogue ha de echarse todo de una vez o no. Hay que agregar el azogue que es menester para que cuando llegue el momento de lavar tenga tres partes de pella y una de azogue, que es la proporción más acomodada. Los más, o todos, seguían la opinión de que conviene echarlo al principio todo junto, pero Don Albaro, fundado en que poco a poco, suave y no repentina, ni violenta, crecen y se perfeccionan todas las cosas, persuadió de lo contrario, advertido de semejantes operaciones por Raynundo Lulio, que claramente concuerdan con las disposiciones ordinarias de la naturaleza.

Sin embargo, no trates de entender, lector, lo que era un magistral. Alonso Barba anda aquí perido entre caparrosas, lamas, relabes y sales, por eso terminar recomendando que se usare de estos magistrales con el tiento que de los materiales se dijo, antes de incorporar al cajón, haciendo ensayos menores para saber lo que proporcionalmente habrá de echar. Es una pena, señor licenciado, que no nos haya vuesa merced legado la anatomía de este mixto y el fundamento de su virtud.

Ya tenemos la plata abrazada. La pasta de este abrazo se seca exprimida entre lienzos tupidos y fuertes, para obtener la pila. Ahora verás entrar en juego una competencia de sutilezas: la plata es más sutil que los metales pobres, y el mercurio, por sutil, convertido en vapor apretado con la violencia del fuego, se exhala y pierde a través del barro esponjoso de los hornos. Por eso Don Albaro echa de menos la tierra blanca del Cerrillo de Oruro sobre la Iglesia de la Ranchería; da esta tierra un barro tan apretado y denso que, cocido, no le hace ventaja el más fino de la China. Pero con fía, porque en el abundantísimo Potosí no ha faltado cosa que por algún camino pertenezca al sacar a luz el resplandor y lustre de sus

metales.

El Libro Tercero es el del cocimiento; el dónde, cuándo y cómo de un nuevo y breve modo que acaso halló de beneficiar metales, al que llega tratando de cuajar azogue con reliquias de semilla, virtud mineral, calor y humedad. No hace de él misterio, no se reserva el secreto. Prudente y ecuménico declara saber de cierto que no lo aprendió de nadie, ni lo supo con la ocasión de su experimento en Tarabuco, aunque por ser tan dilatado el mundo en edades y regiones no sabe si en alguna se ha usado antes que ahora, cierto es que no hacen memoria de él ninguno de los Autores Antiguos ni Modernos.

Verás claro que él entendió bien su proceso, desde cuando recomienda que de sólo puro y muy bien refinado cobre se deben hacer los vasos y fondos para beneficiar los metales por azogue, hasta que acabó con el riesgo de disminuirse el azogue (porque, recelar que pudiera con el mucho calor exhalarse, fuera más que ignorancia, contando con la humedad del agua que sobre él está), pasando porque los repasos por el calor, el tiempo y el movimiento causan con la mezcla de las cosas que limpian, consumen y gastan la tela o velo que estorba en la superficie del azogue -su unión con la plata.

Mira con cuanta astucia resuelve el daño que los fondos de su vasija reciben en la circunferencia que señala la superficie del azogue: manda poner un cerco de cobre, del canto de un real de a ocho, y tres o cuatro dedos de alto, ajustado a las paredes; el cerco recibe los golpes del batir de los hervores en la junta metal-agua y, cuando con el tiempo se gasta, se pone otro a poca costa, habiendo pasado por plata todo el cobre que de él se hubiere consumido. Toma nota, amigo, de otros remedios con cal, vino, aceite, escorias y chinas, igualmente astutos e ingeniosos.

De vez en cuando, como corresponde a su condición de sacerdote asoma Dios a su discurso poniendo virtudes y propiedades ocultas en las cosas naturales, maravillosas por sus propiedades tanto cuanto ignoradas las causas. Ya puede el filósofo -dice- cansarse en investigarlas pues, para mayor majestad de la naturaleza, las escondió el Autor de ella en la obscuridad de su secreto, también para humillar la altivez de la presunción humana que, no alcanzando a saber lo que con las manos toca y con los ojos ve, intenta cada día

levantarse sobre Cielos y abarcar con su cortedad la inmensidad de las disposiciones Divinas. El intento llega, a lo más, a enunciar la simpatía y antipatía de unas cosas con otras -discordancia y conveniencia- como fundamento de aquellos maravillosos efectos. Gora Don Alvaro -y hace gozar al lector- del gustosísimo espectáculo que la naturaleza propuso en las perpetuas paces e inviolable concordia que algunas entre sí guarda, frente al odio capital y enemistad con que otras parece se persiguen y aborrecen.

Sorprende, como verás a lo largo de su discurso, el sentido económico que da a sus procesos. Preocupa a nuestro hombre, como hemos visto, lo que hoy llamáramos gastos de mantenimiento, el beneficio por mayor, el gasto de la leña, la reducción del tiempo, el tratamiento de los desperdicios. Notable es su persuasivo argumento a quienes, equivocados, pensaban que algunas cosas suceden bien por ensayos menores y que, por mayor, no pueden practicarse; señal clara -dice- de que proceden acaso, y no con fundamento, que, a tenerlo, supieran guardar la proporción necesaria, y obrar con ella en lo mucho, respecto de lo que experimentan en lo poco.

Y así, querido lector, puedes seguir disfrutando entre, inconvenientes y remedios, ora con la plata, después con el cobre, con el oro, con el hierro... entre humores, sutilezas humedades, so linanes, tintes, trapiches, boladeras, hornos castellanos y guairas. Fundiendo o quemando metales en piedra o en harina, con leña o con carbón; apartando o refinando. Los metales viles, amigo, fortosamente se benefician por fuego, y con él se perfeccionan todos. No puede ser diestro en el Arte de metales -aunque no trate sino de solos los de plata por azogue- el que no supiere fundirlos y refinarlos, a lo menos por menor para que de cierto, y no acaso, conozca su ley. Se trata del fuego donado en hornos levantados con piedras blandas, sin venas; con adobes de tierra no salada y metclas de tierra y carbón para la fábrica, las mazacotas, el buitrón o la bóveda.

Mira, por ejemplo, cómo se quenan los metales en piedra: primero parrilla de leña gruesa, luego menuda, encima corpas gruesas de metal, luego las pequeñas y, sobre aquesto, el llampo. Si no hubiese leña, yareta y estiércol de carneros de la tierra y algunas capas de hicho. Y si has de fundir con leña, levanta hornos de reverberación en lugar abrigado y lo menos sujeto a aires; si sólo con

carbón, emplea el tocochimbo; si te importan las brasas de la leña, haz hoyos; y si has de hacer la fundición pasando el metal por el cuerpo del carbón hecho brasa, entonces hornos castellanos. Es curioso, los naturales de aquella tierra, que no alcanzaron el uso de los fuelles, usaron las guairas que, por miles, iluminaban las limpias noches del Perú desde el cerro de Potosí.

Pero antes de fundir -haz caso a Don Albaro escoge con cuidado, que es prevención de la mayor importancia, porque lo que se derrite y cae sobre lo que no es metal, se sustenta y detiene allí, sin poder bajar al baño a unirse con lo demás y a veces se quema; y él ha visto puntas menudísimas de plata salidas con las escorias por faltar la liga necesaria y entraparse con la tierra, que no desasiéndose de ella. Para evaporar malos humores antes de que se derrita el metal, con que recibe de ellos menos daño, hay que calentar poco a poco. Entendido, señor; como en las cosas de los hombres.

Hemos hablado de la liga, buena ocasión para recoger otra sabia recomendación del señor cura: hay que ligar, amigo, para que la plata que se cría tan acompañada de otras cosas de contrarias y opuestas calidades a su naturaleza, no sufra con ellas si en la fundición no se añade quien las recoja y defienda. La liga más recia es la cen drada, luego los soroches; pero hay otras ayudas como la sal artificial hecha cociendo rasuras de vinagre y de orines hasta que se cuajen; o, también cociendo, hasta cuajar, llipta, cal viva, rasuras y más orines (hasta veinte); después mernar, colar y añadir; y, como contraste, lejos de la podredumbre de orines, nada menos que vidrios de espumas o superfluidades. Claro que aun las composiciones sugeridas por el Agrícola en su Arte, aunque ya será poco o nada necesario su uso, ya que después de asentado el beneficio por azogue, solamente se funden los metales que son muy dóciles para ello.

Apóntate, lector, al encargo que hace a todos los mineros, beneficiadores y cateadores que se ocupan en buscar y descubrir minerales nuevos, para que aprendan a ensayarlos por el fuego, o estarás muy a riesgo de no saber gozar de la buena suerte que se te viniere a las manos.

En química Alonso Barba pisa menos fuerte, pero comprendiendo la admirable actividad del agua que llaman fuerte para apartar de la plata el oro que, o la naturaleza o el artificio mezcló



con ella, se decidió a estudiar los simples con virtud natural para que, destilada de ellos agua, se deshiciera en ella la plata. Así llega a una de las experiencias humanas más curiosas cuya noticia y uso eran muy necesarios en aquel Reino, pues el más propio ejercicio de él es el trato de metales de plata, en cuya compañía se cría el oro muy de ordinario y apartarlo. No hay que fiarse de la vista en negocio de tanta importancia; con ella solo no se podrá discernir la mezcla de esos metales preciosos si la parte del oro no fuera mucha; y, aunque no fuera tanta, puede ser de grandísimo interés si se apartare.

Así, pegando fuego a caparrosas, alumbres, y salitres en agua ordinaria y todo en un orinal embarrado; entre vidrios, gredas y nazarorras, nuestro buen cura obtuvo, el primer agua fuerte, del continente americano.

El sabía bien que no era ese su terreno; por eso, con cuidado, no escribe mucho sobre ello prefiriendo el silencio por no pasar a ocupación y estudio de Arte que, aunque posible y cierto, ha causado y causa grandísimos daños en los que de ordinario le ejercitan sin fundamento, siendo rarísimos en el mundo los que de él se sabe hayan tenido algún provecho. Otra gran lección de prudencia y humildad, Gracias, Don Alvaro.

Ya te dejo, lector; por cierto, en buena pluma, mejor cabeza y santa vocación. Comprueba por tí mismo, que el saber, el ingenio, la honestidad, la afición, la generosidad, el donaire, el sentido común, hace cuatro siglos que nacieron; por lo menos en Lepe.

Pero Don Alvaro es aún joven cuando saca a la luz sus muchos saberes en el libro: solo tiene sesenta y ocho años. En Indias, como en España, está todo por hacer precisamente por lo mucho que se ha hecho. Ni quiere ni puede parar de cocer minerales con mercurio ni de allegar indios a la fé.

Ocurrió por entonces, cuando ya llevaba cincuenta años en Indias, que trabó amistad con un español de la Villa de Niebla, a la otra mano que Lepe en la encrucijada marinera del Tinto y el Odiel, por donde se levanta el faro del Descubrimiento: La Ribida. No es de extrañar que el buen cura, por mucho que le llamara su Altiplano,

tan vivo, sintiera el tirón de la marisma y las ganas de tomar tierra desde los cuatro o cinco mil metros de altura de su peripecia en los Andes, pensados para el cóndor. Y escucharía con ganas de creérselo, lo que su compadre le contara de su, por el espacio y por el tiempo, lejana España. "Pues mire, excelencia -le diría en alguna ocasión- he de decirle que en mi pueblo, en Niebla, tengo visto, a ambas orillas del río, el mismo metal que se arranca y labra en la veta Rica de Potosí". Un viejo cuento de minas y mineros que el experimentado Don Alvaro conocería muy bien. Pero esta vez la mina estaba en la dirección de la añoranza, en el término más querido, y le daría la gana de conceder crédito a su amigo quien, por cierto, apremiado por la semejanza de los dos metales -el de Potosí y el de su pueblo- preparó rápidamente su regreso, con tan mala suerte que murió durante el viaje en Osamuyo.

Quedó, pues, solo Don Alvaro como depositario del secreto, aunque con la natural reserva sobre la veracidad; y creyó oportuno -por si el diablo- ponerse a la real disposición de la Audiencia de la Plata (Chuquisaca) -siendo cura Rector de la Catedral (1649)- con los discursos que en razón de metales había hecho, y que si, vistos, se juzgase convenir al servicio de su Majestad, que viesiese él a España a hacer las pruebas y experiencias y enseñar, obrando, cómo se habían de lograr, si Dios fuera servido, que correspondiesen los efectos a las razones en que fundase las experiencias probables de ellos. Cuando a esto se ofrecía, el señor cura, tenía ya ochenta años.

Su Majestad, con noticia de todo, y consultado el Consejo, se sirvió admitir el servicio de su ofrecimiento y le mandó, por Real Cédula de veintidos de febrero del año cincuenta y siete, que luego que la recibiese se partiese para estos Reynos, procurando venir a ellos en la primera ocasión y con la mayor brevedad posible. Como su Majestad tenía noticia de todo -como se ha dicho- y había consultado a su Consejo, ni el Rey ni éste ignorarían que, cuando se firmaba aquella Cédula, Don Alvaro tenía ochenta y ocho años. Está claro, pues, que a Felipe IV y a España les interesaban los discursos de Alonso Barba, no sus años.

Obedeciendo la Real Orden que, además, satisfacía sus deseos de explorar en Niebla las minas advertidas, el joven Licenciado embarca en Buenos Aires acaso para obligarse a una ruta distinta y

conocer de paso el llano de la pampa y desembarca en Guetaria en 1659. Viajaban con él, y a su costa, un minero de Potosí (Agustín Núñez de Zamora) y cuatro criados. Cruzando España, camino del Condado de Niebla, observaría Don Alvaro con particular atención, según nos dice, "los torrentes y colores de los cerros, que son las señales más comunes a que se dan a conocer, aun de lejos, los minerales. Solicité noticias de las labores dellos en los pueblos por donde pasaba; reconocía algunos y, con particular afecto y diligencia, salía a algunas de las sierras que están al contorno de esta Corte, en que tengo por muy cierto que ay riquísimos minerales de plata". Para aquellos que siguen mi Discurso, quiero recordarles que cuando diz que "salía a algunas de las sierras", cruzando España como entonces se cruzaba, tenía ya noventa años.

Y llegó a Niebla y ensayó los minerales de que tenía noticia y otras minas y escoriales; y registró nuevas vetas; y examinó antiguas labores en Valverde y en Río Tinto; y enseñó el modo de ensayar los minerales.... Y de todo envió relación y testimonio al Consejo de Indias, haciendo al Rey proposiciones que éste remitió al Consejo de Hacienda. Así consta en los dos Memoriales al Rey, y en el informe que Núñez de Zamora envió a Don Alvaro sobre su reconocimiento de las tierras de Extremadura y Andalucía.

Pero en estos Memoriales constan otras cosas. Consta, por ejemplo, que Alonso Barba puso el primero de los Memoriales en las reales manos, después de haberse ocupado en España, durante más de un año, en el reconocimiento de alguno de los muchos minerales, y que con el segundo hubo de enviar una copia del primero (se acababa de descubrir el silencio administrativo). Tenía Don Alvaro noticias de terceros -además de la propia experiencia- del poco caso que se hacía a sus propuestas en relación con el laboreo de las minas y en beneficio de los metales de estos Reynos lo cual suponía, dice, el mayor mal de la Monarquía, ya que era asunto que debiera de ser el más necesario, el más estimado, y el más favorecido. Por ello, con el debido respeto, y con las formas que entonces se guardaban, insta de nuevo al Rey "obligado por la ingenuidad de su inclinación natural al servicio de su Majestad, sobre las obligaciones de leal vasallo en repetir lo que ha dicho, deseoso también de que sirvan para algo sus largas peregrinaciones por mar y tierra, y las muchas incomodidades, gastos y forzosos riesgos, a fin de que vuestra Majestad fuese más servido y ayudada la causa pública, como lo ha solicitado toda su

vida en cuanto le ha sido posible, gastando en ello muchos millares de ducados de su hacienda "sin que a su Majestad le haya costado un maravedí de la Real suya, ni a ninguno de sus vasallos".

Continúa el Memorandum-filípica diciendo al Rey cuán conocida era de él "y de los señores Reyes sus progenitores, la conveniencia que había en que se labrase y beneficiasen las minas y metales de estos Reynos".... "en ocasión ninguna con más necesidad que ahora ni quizá con tanta oportunidad", y si "el no haber conseguido en muchos años lo que se ha deseado hace dudar del efecto que tendrán las diligencias que se repitieren de nuevo para ello, no por eso sería conveniente el cesar en continuarlas, pues siempre persevera el conocimiento de la utilidad y aun necesidad presente de que se logren".

Paréceme que Don Alvaro estaba algo enojado -por decirlo de forma que pueda escucharse en este acto- tan enojado que el mismo año de 1662, rogó al Rey licencia para volver a las Indias con sus cuatro criados. Era el tirón del otro Mundo, del Nuevo. El, que había sobrevivido durante setenta años al frío impetuoso del Tomshavi andino, se había quedado helado de ingratitud a los tres años de que le acariciaran brisas cortesanías. Y quería volver al viento, a entrar en calor fundiendo minerales y almas... Acaso también soñara con enseñar su Arte -tan trabajosamente y bien aprendido- en alguna de las Universidades que desde hacía más de cien años iluminaban, para todos, su Reino del Perú; hacerse una guayra en ascuas para las genetes que, a buen seguro, le esperaban. Al fin y al cabo solo tenía noventa y tres años y aún no estaba jubilado.

Pero Dios no lo quiso así y le quedó en Triana, sepultado bajo sus propios mixtos -jugos, piedras, tierras y metales-. Y se transmutó en lo que de verdad era, puro espíritu. Si cavando en Sevilla alguien encontrara unas gotas de mercurio, ese sería su sitio -porque de tanto labrar metales, le tendría metido hasta en los huesos. Los metalurgos de hoy peregrinaríamos allí para pedirle ayuda. España va a pasar de la edad de los metales recios y comunes que han soportado, durante milenios, nuestros manes y desmanes, a la edad recién descubierta de los nuevos materiales en sutiles semiconductores, en mínimos *chiskers*, en divertidos *bertóllidos*, en mixtos.... Bien venidos a la materia condensada y administrativa, pero modérense los apresurados Alonso Barba de estos "mixtos", por lo menos hasta que

puedan escribir un Arte de los Nuevos Materiales. Entretanto devuélvanos el conocimiento expropiado con el nombre de nuestro Arte, el de los metales, que sigue llamándose metalurgia.

Que vuestras mercedes descansen, si es que pueden; si, como a mí no les ha quitado el sueño la incommensurable personalidad del primer cura ninero.

## BIBLIOGRAFIA

Este es el momento de hacer una referencia-homenaje a dos caballeros metalurgos, el Profesor Modesto Bargalló y Don Carlos Prieto. Es oportuno y obligado, amén de querido, por mí, porque ningún otro, que yo sepa, ha hecho tanto y tan bien, con tanta generosidad y serenidad, por precisar y valorar la aportación española a la cultura tecnológica hispanoamericana. España está en deuda con ellos y aunque me emplazo a mí mismo a trabajar en el recuerdo que merecen, quiero anticiparles mi reconocimiento personal en este Discurso, re conocimiento cuya oportunidad van ustedes a saber.

Don Carlos Prieto era en 1969 Presidente de la Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S.A., compañía que ya en 1925 honró la memoria de Alonso Barba publicando una edición fascimil del "Arte de los Metales" y regalando las planchas a la Escuela Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Cuando en 1955 se cumplía el cuarto centenario de la invención del procedimiento del patio, por Bartolomé de Medina, patrocinó la edición de la obra La Minería y la Metalurgia en la América Española durante la época colonial que escribió el Prof. Bargalló. En 1961 editaba Diálogo del Hierro y sus grandezas, de Nonardes que contenía otros estudios del Prof. Bargalló. En 1965 publicaba Las ferrerías de los primeros veinticinco años del México Independiente del Prof. Bargalló. En 1966 edita Andrés Manuel del Río y su obra científica en la que colaboraron Prieto, Bargalló, Sandoval y Arnaez. Y en 1969 conmemora el IV Centenario del nacimiento de Alonso Barba (lo que no se hizo debidamente en España) publicando la obra cumbre de Bargalló : La amalgamación de los minerales de plata en Hispanoamérica colonial. Además de las Obras citadas Don Carlos Prieto publicó en 1968 La minería en el Nuevo Mundo, y el Prof. Bargalló el libro La Química Inorgánica y el beneficio de los metales en el México Prehispánico y Colonial y veinticinco trabajos más sobre este tema.

Quede para otra ocasión el estudio y valoración que merece la vida y la obra de los caballeros Prieto y Bargalló, pero esta oportunidad es buena para dejar este breve pero emocionado testimonio de gratitud.

## BIBLIOGRAFIA

1. Acosta, P. José de.- Historia natural y moral de las Indias. Impreso en Casa de Juan León. Sevilla. 1590.  
Ramón Anglés, impresor. Reina, 43. Madrid, 1894.
2. Agrícola, Georgius.- De re metallica. Basilea, 1556.  
Dover Publications, Inc. New York. 1950.
3. Alonso Barba, Alvaro.- "Arte de los Metales". Imprenta del Reyno. Madrid, 1640.  
Unión Explosivos Riotinto. Madrid, 1977.
4. Alonso Barba, Alvaro.- Memorial al rey.- Archivo de Indias. Audiencia de las Charcas. Leg. 150. Sevilla.
5. Bargalló, M.- La amalgamación de los minerales de plata en Hispanoamérica colonial. Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey. Mexico, D.F. 1969.
6. Bargalló, M. La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial. Fondo de Cultura Económica. Mexico- Buenos Aires. 1955.
7. Biringuccio, V.- De la Pirothecnia.- Venecia, 1540.  
Basic Books, Inc. New York, 1959.  
American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.
8. Cañete y Domínguez, P.- Potosí Colonial. Biblioteca Boliviana nº 5. La Paz, 1939.
9. Carracido, J.R.- Los metalúrgicos españoles en América. Conferencia pronunciada en el Ateneo de Madrid, 1982.
10. Defourneaux, M.- La vida cotidiana en la España del Siglo de Oro. Argos Vergara, S.A. Barcelona, 1983.
11. Fernández, A.; Munoa, R.; Rabasco, J.- Enciclopedia de la plata española y virreinal americana. Rafael Munoa, San Sebastián (España), 1984.

12. Galvez Cañero, A. de.- La metalurgia de la plata y del mercurio (bosquejo histórico). Junta de Investigaciones Historico-Bibliográficas. Madrid, 1934.
13. Hamilton, E.J. El tesoro americano y la revolución de los precios en España. 1501-1650.- Ariel Historia. Esplugas de Llobregat, 1975.
14. Leicester, H.M. Panorama Histórico de la Química. Editorial Alhambra, S.A. Madrid, 1967.
15. Maffei, E. y Eva Figueras, R.- Apuntes para una Biblioteca Española.....- Imprenta J.M. Lapuente. Madrid, 1872.
16. Singer, C. y E.J. Holmyard.- A History of Technology. Oxford, At the Clarendon Press. 1956.