

Entre la
ALQUIMIA
y la
QUÍMICA

Juan Manuel Salas Peregrín
Luis Fermín Capitán Vallvey
(Eds.)

eug

© LOS AUTORES
© ENTRE LA QUÍMICA Y LA ALQUIMIA

EDITA
Editorial Universidad de Granada
Campus Universitario de Cartuja. GRANADA.

COMPAGINACIÓN Y PREIMPRESIÓN
Galerada, SIAG. GRANADA.

DISEÑO CUBIERTA
Lalo Rojas

IMPRIME
Gráficas la Madraza

ENCUADERNACIÓN
Olmedo Hnos. OGÍJARES, GRANADA.

ISBN: 978-84-338-6121-4
Depósito legal: Gr./1196-2017

Impreso en España

Printed in Spain

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Índice

PRESENTACIÓN. <i>Juan Manuel Salas Peregrín y Luis Fermín Capitán Vallvey</i>	11
CAPÍTULO 1. Químicos y alquimistas <i>Luis Fermín Capitán Vallvey.</i>	15
CAPÍTULO 2. Antoine Lavoisier: Mi visión de su obra <i>Manuel R. Bermejo Patiño.</i>	53
CAPÍTULO 3. Espionaje y azar en el aislamiento del wolframio <i>Pascual Román Polo.</i>	93
CAPÍTULO 4. Del proyecto Manhattan al átomo para la paz: repercusión en la España del primer franquismo <i>Pedro Luis Mateo Alarcón.</i>	121
CAPÍTULO 5. Química en la época del antropoceno..... <i>Javier García Martínez.</i>	157
APÉNDICE de ilustraciones a color.....	177

Presentación

ESTE LIBRO ES EL RESULTADO DEL CICLO de conferencias titulado *Entre la alquimia y la química* que, auspiciado por la Academia de Ciencias Matemáticas, Físico-Químicas y Naturales de Granada y la Real Sociedad Española de Química, se celebró entre los meses de septiembre y octubre de 2016 en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada con el objetivo de divulgar entre nuestros graduados y asociados sobre algunos aspectos de interés dentro del campo de la química. En general, los estudiantes están acostumbrados a estudiar química dividida en áreas: analítica, bioquímica, química-física, inorgánica, orgánica e industrial, de las que surgen asignaturas más o menos cohesionadas en un todo, a lo que hay que sumar todo lo necesario para una adecuada inteligencia de la ciencia química: matemáticas, estadística y física, principalmente.

Todo esto puede llegar a dar una visión al estudiante de lo que trata la química, de la estructura de la materia, de cómo reaccionan las sustancias, de la termodinámica y cinética de los procesos químicos, de cómo podemos obtener y purificar sustancias y de cómo podemos conocer qué sustancias están presentes en un medio determinado. Sin embargo, hay mucho más en la química y para ello tendremos que cambiar de perspectiva y hacer nuestra mirada más horizon-

tal para buscar la relación de esta con nuestra sociedad, con su arte, con el compromiso con grupo sociales o con otras muchas ciencias y tecnologías.

En esta ocasión, nuestro objetivo fue tratar de mostrar la evolución en el conocimiento de la materia deteniéndonos en cinco momentos clave, todos ellos relacionados de alguna manera entre sí. En el primero se traza un bosquejo rápido de la alquimia, pero no entendida como una protoquímica que solo aporta alguna técnica o la preparación de alguna sustancia en un mar de supersticiones y vaguedades, sino como una primera forma de entender el mundo, la materia y su cambio. Forma de entender el mundo que no es estática sino en continua evolución a través de los siglos.

La figura de Antoine de Lavoisier, santo laico de la química, se nos presenta en el segundo capítulo, en compañía de su mujer y colaboradora Marie Anne Paulze, como una de las figuras relevantes del siglo XVIII, capaz a través de su síntesis de conocimientos, de cambiar el paradigma de la química de su tiempo.

La aportación española a la revolución química del siglo XVIII no es especialmente brillante y no es casual, el papel de la educación, como siempre, será en gran parte responsable. De entre las excepciones, encontramos a los hermanos Delhuyar, Juan José y Fausto, que tras formarse en Francia y hacer una estancia el primero de ellos con Bergman en Suecia, abordan con éxito el problema del aislamiento del wolframio a partir de su trióxido. Este momento es tratado en el tercer capítulo de esta obra.

El cuarto momento en que nos hemos detenido ha sido social a fuer de ser químico y físico. El descubrimiento de la energía nuclear y su puesta de largo en Hiroshima, supone una inflexión en la forma de entender el mundo y un cambio de escala en la capacidad del hombre para el bien y para el mal. El final de la guerra mundial y la necesidad de reorientar la imagen y la industria bélica en EE.UU. lleva a la creación del programa «Átomos para la paz» que en España presenta una situación peculiar por las necesidades del primer franquismo.

Química hoy es el motivo tratado en el último capítulo que muestra a través de un ejemplo como se imbrica actualmente la química en su desarrollo más académico con la empresa, mostrando nuevas vías y ofreciendo ejemplos a nuestros estudiantes.

Con este libro publicado con esmero, como siempre, por la Editorial de la Universidad de Granada, queremos contribuir a la divulgación de la evolución de la química.

JUAN MANUEL SALAS PEREGRÍN

LUIS FERMÍN CAPITÁN VALLVEY

Granada, 1 de abril de 2017

Químicos y alquimistas

Luis Fermín Capitán Vallvey

INTRODUCCIÓN

Si preguntáramos a alguien en la calle que es un alquimista, posiblemente las respuestas serían muy diferentes. Para unos un embaucador que pretende engañarnos haciendo creer que es capaz de fabricar oro a partir de plomo u otros metales ordinarios. Otros dirían que es alguien que dice que es capaz de preparar un elixir que restaura la salud e incluso que convierte en inmortal al que lo bebe. Incluso algunos apuntarían que los alquimistas poseen conocimientos esotéricos y ocultos sobre las fuerzas del mundo natural y sobrenatural transmitidos de maestro a discípulo.

En la imaginación popular, el alquimista es alguien capaz de manipular la materia en su beneficio y que está estrechamente relacionado con la magia, la brujería —encantamientos, hechizos— y con la astrología. En nuestra cultura de masas,

1. Conferencia pronunciada el 27 de septiembre de 2016 en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada dentro del ciclo de conferencias titulado *Entre la alquimia y la química* organizado por la Academia de Ciencias Matemáticas, Físico-Químicas y Naturales de Granada, la Sección Territorial de Granada de la Real Sociedad Española de Química y la Facultad de Ciencias.



Figura 1.1. *El alquimista descubriendo el fósforo*. Joseph Wright, 1771. Derby Museum and Art Gallery, Derby, UK. <https://es.wikipedia.org/wiki/El_alquimista_descubriendo_el_f%C3%B3sforo#/media/File:JosephWright-Alchemist.jpg>



Figura 1.2. *El alquimista*. Brueghel el Viejo. Grabado por Philipp Galle. 1558. <https://en.wikipedia.org/wiki/Philip_Galle>.

cultura de emociones y sensaciones que tiende al irracionalismo mágico y esotérico, encontramos ejemplos como el de Harry Potter en el Colegio Hogwarts de Magia y Hechicería cursando asignaturas de alquimia o en personajes de comic como el supervillano Doctor Alquimia de la editorial Marvel.

Al alquimista se le concibe en un laboratorio oscuro rodeado de redomas y destiladores donde hierven líquidos coloreados malolientes, hornos en los que hay crisoles humeantes en los que refulgen metales fundidos, alambiques que gota a gota dejan caer líquidos brillantes en vasijas de vidrio, con calaveras y animales disecados colgando del techo y todo ello, en una atmosfera polvorienta y mágica. Cliché que procede de la imagen del alquimista creada por el romanticismo en el siglo XIX (Figura 1.1) (Fulcanelli, 2000: 41).

La búsqueda del alquimista ha sido objeto de burlas desde antiguo y no siempre sin razón. En la Figura 2.1 vemos un grabado sobre un dibujo de Pieter Bruegel el Viejo, que

muestra lo que ocurre cuando un pobre aficionado se mete a alquimista para enriquecerse. Mientras siembra una mezcla en el crisol con su última moneda de oro, su mujer se lamenta al ver la bolsa vacía y sus hijos hurgan en la despensa desierta. Un empleado lee la receta mientras el soplador atiza el fuego. La ventana nos muestra dónde conduce todo esta locura: al hospicio.

Entender la alquimia no es de ninguna manera sencillo. Se encuentra fuera de nuestra órbita cultural. Desde hace un par de siglos la civilización europea está interesada en comprender la naturaleza utilizando la ciencia y su tecnología derivada con el fin de conquistar y dominar el mundo. El éxito de esta tarea titánica ha llevado a tener una fe ciega en el progreso ilimitado de la ciencia y en su capacidad exclusiva para acercarnos a la verdad. Si tratamos de entender y explicar la alquimia bajo ese punto de vista, que sería una interpretación *whig*² del pasado (Butterfield, 1951), esta fue un fracaso y como mucho una etapa rudimentaria de la química si solo restringimos la alquimia a la transformación de metales. Realmente, hay que considerarla como una de las creaciones del espíritu precientífico. Para entenderla hay que situarse dentro del alquimista y su mundo. Hay que olvidar nuestros conceptos sobre la materia, la energía y los átomos y sus interacciones.

De forma muy amplia, podemos considerar a la alquimia como una de las primeras etapas históricas en la reflexión racional sobre la composición de la materia y sobre la formación de cuerpos mixtos (Joly, 1996).

El interés por la alquimia y su práctica es casi universal, abarca a muchas culturas muy alejadas tanto geográficamente como social y cronológicamente. Desde el siglo IV a. C. —quizás antes— hasta finales del siglo XVIII; esto es,

2. La historiografía *whig* es un acercamiento a la historiografía que impone al pasado los patrones del presente y evalúa la ciencia de otras épocas con referencia al conocimiento actual.

más de dos mil años, aunque su fascinación no ha decaído en la actualidad.

A lo largo de este tiempo, ha habido enfoques muy diferentes de la alquimia aunque casi todos ellos tienen algunas cosas en común, como son la transmutación metálica, la búsqueda de la sabiduría y la inmortalidad, el perfeccionamiento de la materia y la influencia astral.

En este sentido, Sheppard propone una definición amplia de la alquimia como un arte cósmico mediante el cual partes del cosmos —los metales y el propio hombre— pueden liberarse de su existencia temporal y alcanzar estados de perfección. En el caso de los metales convertirse en oro y en el del hombre, alcanzar la longevidad, la inmortalidad y, en la alquimia cristiana, la redención. Transformaciones que pueden llevarse a cabo, por una parte, mediante el uso de una sustancia material como es la piedra filosofal y, por otra, a través de la revelación de conocimientos o de la iluminación psicológica (Sheppard, 1970).

En esta definición aparecen tanto elementos materiales como espirituales (oro-inmortalidad) que señalan la dualidad esencial que está siempre presente en la alquimia en la que convive una finalidad material y una finalidad espiritual. Las operaciones alquímicas que se realizan para conseguir esos logros no son simbólicas: son operaciones materiales realizadas en laboratorios, pero con una finalidad distinta de las químicas. El químico practica la observación exacta de los fenómenos físico-químicos y sus experimentos sistemáticos van encaminados a comprender la estructura de la materia en colaboración abierta con el resto de su comunidad; el alquimista, por su parte, trabajando apartadamente en su laboratorio trata de imitar el proceso de creación; organiza las diferentes sustancias de forma predeterminada de acuerdo con una realidad que considera indiscutible —no pretende conocer la materia; ya la conoce— con el objetivo de lograr la transmutación de la materia (la piedra filosofal) y del propio alquimista (*Elixir Vitae*).

A comienzos del siglo XVIII, empieza la profesionalización de la química que adquiere legitimidad social abomi-

nando de la práctica alquímica que se transforma en un tabú intelectual inaceptable socialmente. La alquimia resurge, en cierto modo, a finales de ese siglo dentro de las sociedades secretas, como los rosacruces, aunque a fines del siglo XIX se observa un renacimiento más amplio de la alquimia en el contexto del ocultismo³ victoriano, aunque entendida como práctica espiritual de transformación y no material.

La aproximación de científicos e historiadores de la ciencia a la alquimia ha ido evolucionando con el tiempo desde una primera etapa en el siglo XIX en el que la visión positivista reduce la alquimia a un estadio supersticioso y primitivo de la química de la que solo interesan aquellas ideas que han contribuido al desarrollo de la química como ciencia. De hecho, químicos e historiadores del siglo XIX consideran a la alquimia como una aberración; no solo como materia no científica —quimérica en sus propósitos y errada en sus métodos— sino como un obstáculo para el progreso de la ciencia (Brock, 1998: 24).

A comienzos del siglo XX, el psicoanalista Carl G. Jung reinterpreta la alquimia en términos clínicos minimizando su realidad química. Sugiere que la literatura alquímica describe procesos psicológicos e imágenes arquetípicas al proyectar el alquimista sobre la materia las complejidades del inconsciente (Jung, 1968: 1-37). Por su parte, el filósofo Mircea Eliade propone una interpretación fundamentalmente mitológica de la alquímica partiendo de la relación ritual y sagrada del hombre primitivo con los metales (Eliade, 1983: 25-30).

La visión actual de la alquimia es mucho más compleja, de alguna manera ha sido rehabilitada en términos químicos, teóricos y experimentales, a partir del estudio por parte de historiadores de la ciencia del papel relevante del alquimista en el contexto cultural, lo que ha puesto de manifiesto la

3. Grupo de pseudo-ciencias, doctrinas y actividades vinculadas a la magia y al misterio.

diversidad y dinamismo de la alquimia a través de los siglos (Principe, 2011; Pérez-Bustamante, 1997).

LA ALQUIMIA GRECO-EGIPCIA

Existen diversas hipótesis para explicar la etimología de la palabra alquimia y algunas de ellas muy antiguas. Una de las más conocidas la hace derivar de la palabra copta *kheme* (transliteración de *km.t*), negro, usada para referirse a Egipto, por el color del limo depositado tras las crecidas anuales del Nilo. Esto es, significaría el arte egipcio. Otra hipótesis, también verosímil, es hacerla derivar del griego *che-*, fundir, de donde la palabra *chemeia* o *chumeia* significaría el arte de fundir (metales) (Ferrario, 2016; Principe, 2013: 23). Uno de los primeros usos documentados de la palabra se encuentra en un martirologio cristiano durante la persecución del emperador Diocleciano donde a raíz de la rebelión ocurrida en Egipto entre 297 y 298 d. C.

[...] el emperador ordena examinar atentamente los libros sobre cheimeia de oro y plata, haciéndolos quemar para que esta técnica no derivase en más riqueza para los egipcios y se rebelaran en el futuro contra los romanos (Roberto, 2005: 429).

Si hubiera que buscar un momento fundacional de la alquimia, habría que referirse al periodo helenístico, periodo que se extiende desde las conquistas de Alejandro Magno hasta la conquista de Egipto por Roma el 30 a. C. Esos 300 años suponen grandes cambios políticos, sociales y culturales con la difusión del griego como *lingua franca* para la aristocracia, la administración y el comercio y la fusión de culturas como signo de identidad. Alejandría, ciudad erigida en el 331 a. C. en la desembocadura del Nilo tras la conquista de Egipto, pronto se convierte en un punto de contacto de culturas, tanto por yuxtaposición como por mime-

tismo. Se convierte en centro de conocimiento y enseñanza en donde a las escuelas filosóficas consolidadas: platónicas y aristotélicas, se unen otras nuevas: cínicas, epicúreos y estoicos sin olvidar a los pitagóricos. Bajo el influjo de la biblioteca y el museo, las ciencias experimentan un gran desarrollo, así en matemáticas, geometría, mecánica y geografía, a las que hay que unir el de la medicina, principalmente en anatomía y fisiología.

Las religiones también experimentan este influjo; el judaísmo y, posteriormente, el cristianismo, advierten similitudes con las ideas pitagóricas y platónicas, llegando a utilizarlas como instrumento apologético. Por otra parte, aparecen religiones mistericas en las que asociaciones libres de devotos conocen la doctrina a través de una experiencia iniciática ritual y no mediante la palabra o la razón. Entre los cultos mistericos egipcios destacan el ciclo de Isis y Osiris y el culto a Serapis (Alvar, 1995: 479-498).

En este gran centro cultural alejandrino nace la alquimia como resultado de la interacción de la filosofía griega, la mitología mesopotámica y las religiones orientales con el conocimiento técnico egipcio.

La tecnología egipcia es muy amplia, consolidada a lo largo de siglos y abarcando gran número de técnicas como la metalurgia extractiva para metales como oro, plata, cobre, hierro, mercurio, estaño o plomo; la fabricación de aleaciones como bronce, asem o acero junto con técnicas de trabajo de los metales como cementación, laminado, repujado, forjado, estampado, soldadura y técnicas de dorado de metales para simular oro, entre otras, para la fabricación de armas, utensilios, herramientas y joyas. Otras actividades artesanales incluyen la manufactura de vidrio, la fabricación de textiles, principalmente de lino, y tintes vegetales y minerales para colorear las fibras, la fabricación de perfumes, obtenidos por maceración de flores y plantas en aceites o grasas, y de medicamentos, así como las técnicas usadas para la momificación de cuerpos (Kranzberg,

1981:52-59). Estas técnicas, junto con otras habituales de la vida diaria, principalmente de la preparación de alimentos, serán la base material y operacional utilizada en los laboratorios alquímicos.

Hay en la alquimia un sustrato mitológico que se incorpora a las ideas griegas sobre la naturaleza. El mito, entendido como un relato que se conserva en la memoria colectiva y expresa en lenguaje simbólico experiencias cruciales para el hombre, pone el fundamento del orden natural en una realidad diferente, en el ámbito de lo sagrado (Pérez Tapias, 1988).

Una de las fuentes de la alquimia, como ha puesto de manifiesto Mircea Eliade (Eliade, 1983: 64-68), es la experiencia del hombre antiguo con los metales y minerales a los que considera como organismos vivos que crecen en el vientre de la Madre Tierra, siendo las minas su matriz y los minerales sus embriones, en una suerte de obstetricia mineral. Por otra parte, las operaciones metalúrgicas en las que se modifican los estados de la materia con ayuda del fuego no son solo materiales, tienen también un sentido ritual, participan de lo sagrado y su conocimiento se transmite por iniciación.

El nacimiento ginecomórfico de los minerales presenta una dimensión temporal, pues su crecimiento es muy lento, maduran a un ritmo geológico y si no se entorpece el proceso de gestación, se convierten al final en oro, el metal perfecto por incorruptible, ya que la Naturaleza tiende a la perfección. El resto de los metales no han madurado, están aún crudos en mayor o menor grado. El papel del minero es acelerar el crecimiento de los embriones metálicos sustituyendo a la Madre Tierra como matriz por el horno metalúrgico donde terminan su gestación. Así pues, de los siete metales conocidos, dos son perfectos por bellos, inalterables y raros, oro y plata, aunque no en igual grado, y cinco son imperfectos, cobre, hierro, estaño, plomo y mercurio. Metales que están en relación con los planetas bajo cuya influencia crecen en la tierra: el cobre con Venus, el hierro con Marte, el estaño

con Júpiter, el plomo con Saturno, el mercurio con Mercurio, la plata con la Luna y el oro con el Sol⁴ (Hutin, 1961: 75).

Astrología y alquimia están íntimamente relacionadas pues no solamente tienen influencia la posición y el movimiento de los cuerpos celestes sobre la vida y los acontecimientos humanos, sino también sobre los metales y todas las operaciones de la alquimia. Relación que se mantiene en el tiempo y así vemos a Tycho Brahe (1546-1601) llamar a la alquimia astrología terrestre o astrología inferior (Tester, 1987: 252).

Los cultos místicos, que exigen la superación de pruebas para que el neófito ingrese en el grupo y el secreto sobre las mismas, también guardan relación con la alquimia. En ellos, el iniciado alcanza la salvación, la sotería, mediante su participación en rituales en los que se expresa el sistema de creencias y entra en contacto con lo sagrado. Estos cultos presentan una divinidad que pasa de la muerte a una nueva vida, bien de forma cruenta —a través de su pasión, muerte y resurrección— o incruenta —mediante el descenso a los infiernos y la vuelta a la vida—. Este drama del Dios se aplica en la alquimia a la materia y las sustancias minerales que van a sufrir, morir y renacer, transmutándose y perfeccionando de esta manera la materia.

Todas estas ideas y conocimientos van a dar lugar al nacimiento de la alquimia greco-egipcia en la que se pueden distinguir tres épocas: desde una primera alquimia considerada como un arte (técnica sin teoría; siglo IV a. C.), a una segunda alquimia filosófica (técnica unida a teoría; siglo II a. C.), a una época final de alquimia como una religión mística dirigida a la salvación (siglos IV a VI d. C.) (Stolzenberg, 1999). Hay pues una evolución desde las prácticas artesanales de imitación del oro —la llamada aurificación— y

4. La astronomía precopernicana incluye al sol y la luna entre los planetas. Por otra parte, la correlación no ha sido siempre igual. La atribución del estaño a Júpiter es posterior pues en la antigüedad el estaño correspondía a Mercurio y Júpiter regía el electro, aleación natural de oro y plata (Eslava Galan, 1987: 26).

que realmente no es alquimia, al desarrollo de una teoría de la materia y de técnicas de laboratorio para la transformación —transmutación— de metales comunes en oro —la llamada aurifacción, también conocida como crisopea⁵.

La alquimia greco-egipcia se basa en la idea de la unidad de la materia que siendo una, puede adoptar muchas formas, lo que posibilita que se pueda transformar cualquier tipo de materia en otra, esto es, que se puede transmutar. Transmutación que tendrá lugar por corrupción del material a transformar y generación de una nueva forma, todo ello ayudado por un agente que impulsa y dirige, el espíritu o pneuma. Este concepto proviene de la doctrina estoica de la simpatía universal, según la cual todo está relacionado con todo mediante enlaces ocultos de simpatía y antipatía a través de un fluido sutil —el espíritu o pneuma— cuya misión es permitir la comunicación del mundo material con el espiritual y que explica la combinación y separación de los cuerpos.

Las ideas mitológicas se combinan con una concepción de la materia basada en la filosofía griega especialmente en la aristotélica. Cuando se produce un cambio, lo que persiste es la materia y lo que cambia es la forma, pues hay una sola materia esencial que puede adoptar infinitas formas. En sus obras *Sobre el cielo* y *Sobre la generación y la corrupción*, Aristóteles expone que el mundo sublunar está en continua generación y destrucción debido a la corruptibilidad de los cuatro elementos que componen la materia: fuego, aire, agua y tierra. Elementos que no se perciben directamente a través de los sentidos sino mediante sus cualidades que son opuestas dos a dos: calor-frío, sequedad-humedad, compartiendo cada elemento dos de esas cualidades; así la tierra es fría y seca mientras que el fuego es caliente y seco. Estas cualidades son individualmente destructivas y si alguna está en exceso, acelera la corrupción de la materia. La estabilidad solo se logra si los

5. La palabra crisopea proviene del griego *chryson poiein* que significa hacer oro. La transmutación en plata se denomina argiropea.

cuatro elementos y sus cualidades asociadas están en equilibrio. El papel de la alquimia es combatir la corrupción de la materia sublunar a través de la imitación y manipulación de los procesos naturales como son la transmutación y la descomposición de la materia. Así, el alquimista pretende reproducir/imitar en el laboratorio la actividad de la naturaleza.

Para el alquimista la transmutación es algo habitual que se da de continuo en la naturaleza. Observa que un mineral como es la galena, donde predomina la tierra, se transmuta con ayuda del fuego en plomo que es rico en el elemento agua, por lo que funde con facilidad en un líquido. Similarmente interpreta que el hierro se transmuta en cobre cuando se añaden virutas de hierro a vitriolo azul (sulfato de cobre hidratado) disuelto en agua y aparece cobre metálico al dejarlo en reposo (Kauffman, 1985). Los metales en el interior de la tierra tienden de forma activa a la perfección transmutándose gradualmente en el transcurso de los siglos según el ciclo: hierro – cobre – plomo – estaño – mercurio – plata – oro (Hutin, 1961: 76).

Estas ideas proporcionan el marco teórico para poder comprender y realizar la transmutación de una materia en otra. Para lograrlo será necesario reajustar la proporción de elementos. ¿Cómo se puede llevar a cabo una transmutación? Sea el plomo nuestro metal ordinario de partida. La primera operación será hacerle perder la forma plomo, esto es eliminar sus propiedades metálicas por tratamiento con reactivos que lo transformen en algo próximo a la materia prima. Así un tratamiento con azufre o compuestos sulfurados le hace perder sus características metálicas dando lugar a una masa negra sin forma, operación, denominada melanosis, que se asimila a la muerte y corrupción del metal. Para introducirle a continuación la forma oro hay que trabajar a imitación de la naturaleza en las minas, con la materia en un recipiente esférico, que luego se llamará huevo filosófico, en oscuridad, con humedad y calor moderado constante, con la ayuda de algunos reactivos y en presencia de una semilla que puede ser una pequeña cantidad de oro. La teoría estoica del pneuma da soporte teórico a la operación. Los estoicos preconizan la existencia

de un aliento o espíritu vital, con el poder de impulsar y dirigir la generación, dando nuevas formas a la materia. Los elementos calientes y secos (fuego y aire), que son los más activos, son formas del pneuma. El pneuma es el aglutinante de los elementos pasivos (agua, tierra) en sustancias cohesionadas.

Como reactivos los alquimistas utilizan tanto aguas (líquidos), como espíritus (gases) o tierras (sólidos) además de los metales, siendo ciertamente considerable el número de sustancias, más de quinientas, que aparecen en las colecciones de escritos alquímicos y compilaciones de época bizantina (Mertens, 2006: 205-230). No obstante, es muy difícil si no imposible, seguir las recetas por el modo confuso de nombrar a las sustancias empleadas, a la variable composición de las sustancias naturales usadas, a la presencia de impurezas y, principalmente, a la oscuridad en la descripción de los experimentos por la tendencia al secretismo para los no iniciados.

Para realizar las diferentes operaciones de laboratorio —calcinación, sublimación, fusión, disolución, cristalización y destilación— los alquimistas utilizan gran número de materiales, herramientas y aparatos. Algunos procedentes del entorno metalúrgico como hornos, fuelles, crisoles, cucharas, pinzas, tijeras, martillos o balanzas. Otros, empleados para la preparación de sustancias, son de procedencia varia e incluso de invención propia como morteros, redomas, vasos, embudos, filtros o baños en los que se gradúa el calor con el material empleado, así baños de ceniza, de estiércol o de agua, conocido este último como baño maría por María la Judía, mítica alquimista.

Otros aparatos más específicos son el alambique, en sus diversas variantes, para la destilación y el kerotakis para la sublimación. Destilación y sublimación que se desarrollan para lograr la separación de los cuatro elementos que constituyen la materia. Mediante el alambique se puede obtener la parte más pura de un compuesto, la volátil, quedando en el matraz la parte térrea no volátil. Así, las sustancias sulfuradas volátiles obtenidas por destilación de huevos serán ricas en los elementos aire y fuego asociados al pneuma (Figura 1.3). Uno de los problemas de la destilación era la baja

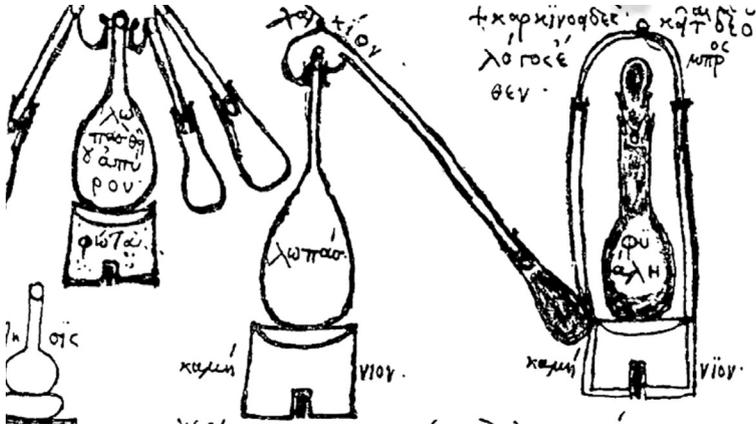


Figura 1.3. *Alambiques greco-egipcios del manuscrito griego bizantino del siglo XV Codex Parisinus graecus 2327. Bibliothèque Nationale de France, Paris.*

calidad del vidrio y las dificultades para la recogida del destilado (Sherwood Taylor, 1957: 44-51).

Con el *kerotakis*⁶ se pretende poner en contacto láminas de un metal con los vapores de otro; así los vapores desprendidos al calentar cadmia, que es una mezcla de hollín y óxidos metálicos con cantidad variable de cinc, dependiendo del mineral de partida, que se recoge en las chimeneas de los hornos metalúrgicos, vuelven dorado el cobre por la formación de latón, o los vapores de mercurio o arsénico blanquean el cobre dándole lustre de plata.

El interés de los alquimistas alejandrinos, a juzgar por las escasas recetas que han llegado a través de los papiros de Leyden y Estocolmo, se centra en la imitación de artículos de lujo como oro, plata, piedras preciosas y púrpura (Mertens, 2006: 206). Para la imitación del oro se usan diferen-

6. *Kerotakis* es originalmente el nombre de la paleta triangular usada por los artistas griegos para mantener caliente la mezcla de cera y pigmentos. Aquí una paleta similar se inserta en la cabeza del alambique (*ambix*) para depositar la sustancia que va a reaccionar con los vapores procedentes del material contenido en la cucúrbita de este alambique.

tes técnicas, así la preparación de aleaciones similares al latón, el doblado del oro y el coloreado superficial. El objetivo es preparar un metal con densidad y color similar al del oro, pues para el alquimista el cambio de color supone un cambio en la naturaleza del metal.

La preparación de latones —aleación cobre-cinc— exige el empleo de cinc, no conocido como metal en ese momento. Para ello, se utiliza la antes citada cadmia. La técnica de doblado de oro se refiere a que la adición de cobre y plata al oro no altera su color por lo que se puede doblar su peso, de ahí el nombre. Para el alquimista no hay una falsificación pues el oro actúa aquí como una semilla que crece a expensas del cobre y la plata hasta que todo se convierte en oro. Para el coloreado superficial se usan diferentes técnicas, así recubrir el metal con una laca coloreada, tintar el metal con una disolución de sulfuros o retirar los metales base de la superficie de oro rebajado, lo que deja una capa superficial de oro puro en la pieza (Sherwood Taylor, 1930; Sherwood Taylor, 1957: 25-31).

LA ALQUIMIA ÁRABE

A partir de Zósimo de Panópolis (s. III d. C.), alquimista, místico gnóstico y escritor prolífico del que se ha perdido la mayor parte de su obra, la alquimia no experimenta ulterior desarrollo, presentando ya todas sus características básicas. Sin embargo, esta se expande geográficamente junto con la iglesia cristiana por territorios de cultura helenística, principalmente de Asia Menor, y tanto por parte de grupos cristianos de tipo ortodoxo como por grupos disidentes, principalmente los nestorianos y los monofisitas al ser expulsados de Constantinopla y asentarse en Siria y Persia. La rápida expansión del islam, tras su nacimiento en el siglo VII, supone la conquista de los territorios comprendidos entre Bizancio por el este y los Pirineos por el oeste. La alquimia llega a los árabes a través de Egipto —Alejandría es conquistada

en 640 d. C.— y también de Siria y Persia, aunque no hay que olvidar la influencia china.

Aunque hay un rechazo inicial de la cultura grecolatina por parte del islam, a partir de la dinastía omeya y sobre todo con el califato abásida con Harún al-Rashid y especialmente con Al-Ma'mun, se inicia la labor de traducción al árabe de obras griegas y bizantinas de todo tipo, incluyendo alquimia. De este contacto con tradiciones culturales previas, el islam absorbe e interpreta.

El alquimista más conocido del islam es Jābir ibn Hayyan (721–815)⁷ que nacido en Tis (Irán), vive gran parte de su vida en Kufa (Irak) y es el alquimista de la corte del califa Harún Al-Rashid, aunque hay dudas acerca de su existencia real (Figura 1.4).

Se le han atribuido cientos de libros de temática muy variada, el denominado *Corpus Jabirianum*, que va desde cosmología a gramática o alquimia, aunque en realidad fueron escritos a lo largo de 200 años por miembros de una hermandad ismaelita, grupo del islam chií, llamada Hermanos de la Pureza. El *Corpus Jabirianum* junto con las obras alquímicas de Muhammad ibn Zakariya Al-Razi (854–925 d. C.), latinizado como Rhazes o Rasis, marcan la cima de la alquimia árabe.

Una de las aportaciones más importantes de Jābir a la alquimia es la teoría del azufre-mercurio que con modificaciones, está en vigor hasta el siglo XVIII. Está basada en la teoría de la doble exhalación de Aristóteles desarrollada en el tercer libro de las *Metereológicas*. Los cuatro elementos que forman lo existente están estratificados según: tierra, agua, aire y fuego. Al calentar el sol la tierra se originan dos tipos de exhalaciones o vapores, una es húmeda y fría mientras que la otra es cálida y seca. Sobre la superficie de la tierra la exhalación seca causa, entre otros, los fuegos celestes y la hú-

7. No debe ser confundido con Geber pues se trata posiblemente del franciscano Pablo de Tarento que escribió bajo ese seudónimo árabe en el siglo XIII y ha sido equívoco habitual en la literatura alquímica.

GEBER ALCHY MISTE ARABE.

Chap. 33.

Jabir Ibn Hayyan



Figura 1.4. Retrato supuesto de Jābir Ibn Hayyan (Geber). Grabado francés, 1584. <https://en.wikipedia.org/wiki/Jabir_ibn_Hayyan#/media/File:Geber.jpg>.

meda da lugar a la lluvia y a las nubes, mientras que cuando las exhalaciones se encuentran dentro de la tierra, originan las rocas y los metales. La teoría de Jābir es deudora de la de Aristóteles y afirma que la combinación de los vapores húmedo y seco en el interior de la tierra dará lugar al mercurio si predomina la exhalación húmeda o al azufre caso de que predomine la exhalación seca. En cualquier caso, los principios azufre y mercurio no son las sustancias químicas de ese nombre sino que estas son la expresión material de aquellos. El oro se formará cuando se unan el mercurio y el azufre con el mayor grado de pureza, en una proporción equilibrada y bajo las condiciones astrológicas adecuadas. En el caso de que el grado de pureza de estos principios sea menor o la proporción no sea la adecuada, se formarán metales inferiores: plata, plomo, estaño, hierro o cobre, todo ello bajo la influencia de las diferentes emanaciones de los planetas.

Posiblemente la teoría tenga su origen en que es muy habitual que muchos metales se encuentren en la naturaleza como minerales sulfurados y que el aspecto de los metales fundidos recuerde el del mercurio. Un ejemplo típico es el cinabrio cuya destilación permite separar sus constituyentes: azufre y mercurio.

Jābir explica la transmutación de los metales mediante la teoría de la balanza que describe en su libro *Kutub al-Mawâzîn* (Libro de la balanza). Los metales están formados por los cuatro elementos y presentan cualidades externas resultantes de la combinación de dos de ellas: calor, frío, humedad y sequedad. Además, cada metal presenta otras dos cualidades internas. Así, el oro tiene como cualidades externas el calor y la humedad y como internas, esto es, ocultas, el frío y la sequedad o el plomo que es frío y seco externamente y caliente y húmedo internamente. La idea central es que los metales no tienen más diferencias entre sí que las proporciones de los cuatro elementos y, por tanto, de sus cualidades asociadas. De aquí, deduce Jābir que mediante una causa externa, natural o artificial, se pueden reordenar las cualidades externas e internas de un metal transmutándolo en otro. El

papel del alquimista será modificar el equilibrio de cualidades en el metal que está tratando de transmutar añadiendo o retirando calor, frío, sequedad o humedad.

Para poder transmutar un metal será necesario conocer el contenido relativo de los cuatro elementos o de las cualidades. Para lograrlo, parte de la idea de Galeno de asignar a cada cualidad (caliente, frío, seco, húmedo) cuatro grados de intensidad, afirmando que la relación entre esos cuatro grados está en la proporción 1:3:5:8; lo que significa que el segundo grado es tres veces más intenso que el primero, el tercero cinco veces y el cuarto ocho veces. Por último, subdivide cada uno de esos cuatro grados en siete subgrados, lo que significa que cada cualidad concreta tiene veintiocho niveles de intensidad. Para saber cuál es la composición de una sustancia dada recurre a la numerología alfabética⁸. Rellena una tabla de veintiocho casillas organizada en cuatro columnas (cualidades) y siete filas (grados de intensidad) con las veintiocho letras del alfabeto árabe, con lo que a cada letra se le asigna una cualidad y un grado. Dado que el nombre de un objeto, en árabe, refleja su constitución interna al ser el nombre dado por Dios a las cosas creadas, a partir del análisis alfabético convierte grados y cualidades en el peso relativo de cada cualidad presente en una sustancia (Príncipe, 2013: 37-44; Perez-Pariente, 2016: 19-30).

La proporción 1:3:5:8 no es arbitraria para Jābir sino que está plena de significado y enlaza con los principios pitagóricos. La suma de los números de la proporción es 17, que a su vez es la suma de dos números fundamentales: siete, que expresa la divinidad y 10, la completitud. Por otra parte, son números que están relacionados en el cuadrado mágico de orden tres⁹.

8. La numerología pretende establecer una relación mística entre los números, los seres vivos y las fuerzas físicas o espirituales. En la numerología alfabética se le asigna un valor numérico a cada letra de la palabra.

9. Los cuadrados mágicos son ordenaciones de números en celdas formando un cuadrado, de tal modo que la suma de cada una de sus filas, de cada una de sus columnas y de cada una de sus diagonales da el mismo resultado.