

LA QUÍMICA EN EL RENACIMIENTO

INTRODUCCIÓN: MARCO HISTÓRICO DEL RENACIMIENTO

En 1453 el poder otomano se apodera de Bizancio, el Imperio Cristiano de Oriente. Esta fecha marca un punto de inflexión en la historia de la humanidad, al abrirse un nuevo camino en cuanto a la forma de pensar, de actuar y de enfrentarse a la vida. Y esto trasciende no sólo al ámbito de lo social, como la política, la economía, la religión o las costumbres mismas, sino al de la cultura en general y sus manifestaciones, como son el arte o la literatura y, por tanto, también al de las ciencias.

Tradicionalmente los historiadores señalan, a partir de ese momento y siguiendo a la Edad Media, el comienzo de una nueva etapa, la Edad Moderna. Y entre ambas edades, el primer periodo de esta última -de aproximadamente siglo y medio de duración- es lo que se conoce como Renacimiento. Para algunos historiadores este periodo supone una verdadera revolución, una ruptura con el pasado medieval sin vínculo con éste. Pero para otros, en una acepción mucho más extendida, significa la continuidad, la culminación de un largo y lento proceso que ya se habría iniciado en la Edad Media, sobre todo a partir del siglo XII. Los cambios no ocurrirían, pues, de forma brusca, con lo que ese punto de inflexión sería así tan sólo aparente. Cambios en los que, por otra parte, se había anticipado Italia en casi un siglo.

Pero, en cualquier caso, la fecha tomada como punto de partida sigue siendo válida. ¿Por qué? Porque en esos momentos confluyen una serie de factores, agentes esenciales de esos cambios. Ante todo, con la conquista de Bizancio (y la caída de su capital, Constantinopla o Estambul, según su nombre actual) muchos sabios griegos se ven obligados a huir del dominio turco y se refugian en Europa Occidental, llevando consigo, además de su conocimiento, los textos griegos y latinos en los que se encerraba el saber y la cultura del mundo clásico. De ahí el nombre de ese periodo, porque el hombre occidental pensaba que *renacía* a la cultura clásica, a su visión del mundo y a sus ideales. En la Edad Media todo conocimiento se



Soledad Esteban Santos
Dpto. de Química Orgánica y Biología-
Facultad de Ciencias-UNED
C/ Senda del Rey, 9 - 28040 Madrid
email: sesteban@ccia.uned.es

basa en la idea de Dios y en el Renacimiento, por el contrario, en la razón. Su racionalismo -opuesto al dogmatismo medieval- conduce a un espíritu crítico, que en el plano científico provoca el libre examen de la naturaleza y en el religioso, el libre examen de las Escrituras y, como consecuencia, la Reforma Protestante. Se ha roto la unión del hombre con Dios y lo humano se independiza de lo divino, produciéndose una exaltación del hombre y

de la naturaleza. Es el *humanismo*, llamado así porque considera al hombre como ser intelectual e independiente, capaz por sí mismo de pensar, interpretar y hacer.

Por otra parte, deben considerarse también otros factores, ya de tipo tecnológico. En primer lugar, la *imprensa*, inventada por el alemán **Johannes Gutenberg** (1397-1468) en 1450 (**fig.1**), tendrá un papel fundamental en la difusión de esa cultura reencontrada, a lo cual también contribuirá la amplia utilización del *papel*. La *brújula* favorecerá sobre todo la navegación, y con ella el comercio y el descubrimiento de nuevos territorios, de los que el más significativo fue sin duda alguna el de *América*, en 1492, a su vez otro factor que incidirá en gran manera en los profundos cambios de ese periodo. Y la utilización de la *pólvora* en armas de fuego cambiará sustancialmente la forma de hacer la guerra.

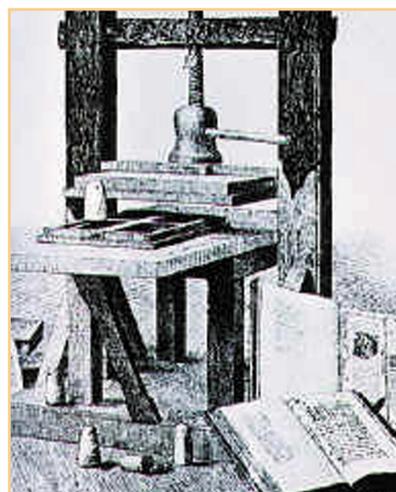


Figura 1.- La imprenta de Gutenberg (1450)

También hay otros factores de tipo socio-político a tener en cuenta: se van consolidando las distintas nacionalidades europeas en las que se constituyen monarquías absolutas; esto va acompañado de una transformación de la nobleza feudal, que pasa así a cortesana; y, al mismo tiempo, comienza la aparición de una clase media y de un proletariado. Y en lo económico, se inicia el capitalismo y el desarrollo de las economías nacionales, lo cual trae consigo un auge del comercio. Esto a su vez da lugar a una clase burguesa emergente de gran poder económico, constituida básicamente por banqueros y comerciantes, que junto con la nobleza y los monarcas ejercerán una importante labor de mecenazgo en las artes y también en las ciencias. Se construyen lujosos palacios con grandes bibliotecas y jardines en los que se muestra la admiración por la naturaleza y por la ingeniería, como muestran de sus ornamentos dotados a menudo de construcciones mecánicas y de autómatas.

ANTECEDENTE: ÚLTIMOS SIGLOS MEDIEVALES

No obstante, en realidad todo lo anterior no supone sino la plenitud de lo que ocurría durante los últimos siglos medievales. Desde el siglo XII se van creando universidades en las ciudades más importantes de Europa (Bolonia, París, Oxford, Viena, Praga, Salamanca, Padua..), donde se impartían las clases en latín como lengua "internacional", comenzando en la Baja Edad Media una tradición de profesores y estudiantes itinerantes por diferentes centros de estudio. Se conocen, enseñan y comentan muchos textos clásicos sobre matemáticas, medicina y filosofía, sobre todo, los de Aristóteles, si bien a través de sus traducciones del árabe. En cuanto a la imprenta, se sabe que ya los chinos desde aproximadamente el año 1000 d.C., utilizaban unas planchas (generalmente de madera, en las que se había marcado en relieve el escrito o la imagen correspondiente) para realizar múltiples copias de un original, y también en Europa se emplearon planchas semejantes. Pero hay que resaltar que el hallazgo verdaderamente original de Gutenberg fue su invención de los tipos móviles de letras y otros signos aislados, que permitían la composición fácil y rápida de cualquier clase de texto, por lo que la reproducción y extensión de la palabra escrita adquirió proporciones extraordinarias y así también la comunicación.

Lentamente aumenta la navegación y con ella, las redes comerciales y el conocimiento de nuevas razas y culturas. Tal es el caso de **Marco Polo** (1254-1324) y sus famosos viajes por China y otros países del lejano Oriente, de los que trae consigo hasta Europa muchas de sus mercancías y de su saber. Por otra parte, también en los aspectos técnicos se iban consiguiendo mejoras, alcanzando a finales del Medievo un desarrollo considerable, promovido sobre todo por la habilidad y experiencia de los artesanos que, agrupados por gremios, iban perfeccionándose en su trabajo. Tintoreros, tejedores, ceramistas, curtidores de pieles, perfumeros, orfebres, herreros, mineros y trabajadores

de los metales asientan las bases de una industria incipiente cuando entra el Renacimiento. Y, junto con los comerciantes, las bases también de una futura burguesía.

Este progreso va unido a la utilización práctica de algunos inventos que, aunque anteriores y de origen chino, son redescubiertos en Europa, perfeccionados y "reconvertidos" algunos de ellos con nuevos objetivos. Así el papel, traído por los árabes y cuya utilización estaba ya bastante extendida en el siglo XIII, la brújula o "aguja de marear" de la que ya habla Alfonso X el Sabio y que revolucionó la navegación. O la pólvora, utilizada por los chinos en sus fuegos artificiales, pero empleada en Europa con fines bélicos, con lo que ocasionó una verdadera revolución en la organización militar y también en el tipo de armamento. Su incidencia en el Renacimiento no fue, pues, una improvisación.

Y en las ciencias...

Si nos referimos concretamente a las *ciencias*, ocurre algo similar. La situación y tendencias de las diversas ramas de las ciencias durante el Renacimiento son el resultado de la evolución del pensamiento medieval (Taton, 1989). La filosofía natural de **Aristóteles** -como toda su filosofía- rige el ideario de la Europa Occidental, especialmente a partir los siglos XII, XIII y XIV, aunque bien desde la perspectiva cristiana que le dio **Tomás de Aquino** con su lógica escolástica, o bien desde la de **Averroes**. De una u otra manera, mucho antes del Renacimiento se hizo ya sentir el pensamiento aristotélico basado en el razonamiento a priori, pero lentamente también va surgiendo una reacción contra este tipo de razonamiento para defender el progreso de la ciencia fundamentado en la observación y en la experimentación.

Y en el Renacimiento esto trajo sus frutos en física, en astronomía o en anatomía, disciplinas en las que ya en ese tiempo se produjo una "revolución científica", su conversión en ciencia. **Nicolás Copérnico** (1473-1543), **Johannes Kepler** (1571-1630), **Galileo Galilei** (1563-1642), **Andrea Vesalio** (1541-1564), agentes de ese cambio, dan prueba de ello (**fig.2**). Lo mismo que el gran y polifacético **Leonardo da Vinci** (1452-1519), artista y también hombre de ciencia.



Figura 2.- Copérnico y Vesalio

Y en la química...

En química, sin embargo, esta revolución se produjo con un retraso de más de cien años con respecto a las otras ciencias. Y ello debido fundamentalmente a que en la química se hacía un trabajo meramente empírico y si se producía algún avance o descubrimiento, era de modo casual o sólo debido a la curiosidad del alquimista o del artesano que ejecutaba ese trabajo. Pero no porque se realizara la labor experimental desde la perspectiva de una teoría. Así fue durante mucho tiempo, antes del Renacimiento y también durante esta etapa. Hubo que esperar a los químicos del "flogisto", los primeros que para justificar sus resultados formularon una teoría. Teoría que aunque errónea suscitó polémicas, discusiones y comprobaciones que, al fin y al cabo, favorecieron la dialéctica y con ella el desarrollo científico de la química, a partir del siglo XVIII (Leicester, 1968).

LA QUÍMICA EN LA EDAD MEDIA

Cuando llega el Renacimiento confluyen tres líneas relacionadas con la química, independientes aunque estrechamente conectadas entre sí. Se trata de los tres pilares sobre los que se asienta el desarrollo de aquella (Ihde, 1984). Son: alquimia; ciertos oficios tecnológicos (sobre todo la minería y la metalurgia), y medicina y farmacia. Antes de introducirnos en el Renacimiento, analizaremos en cada caso los rasgos más sobresalientes de su trayectoria y situación en los tiempos medievales.

Alquimia

El saber alquímico de la Europa cristiana medieval proviene en su mayor parte de los árabes. Éstos, a partir de mediados del siglo VII en que invaden Egipto, toman contacto con la cultura y la ciencia del mundo clásico a través de los textos griegos sobre medicina, filosofía, matemáticas... que pronto traducen al árabe. Y así también conocen la alquimia griego-egipcia de Alejandría, a la que unen los conocimientos que habían adquirido de chinos e hindúes. Con toda esta amalgama de saber los árabes crean sus propios textos, nutridos de las aportaciones realizadas por sus grandes alquimistas. Se conoce así entre los cristianos a **Jabir, Xeber o Geber** (722-81 d.C.) y sus trabajos, recogidos en la obra *Summa Perfectionis* (aunque hoy se sabe que fue escrita en fecha muy posterior, en el siglo X o incluso después), con descripciones de técnicas y de aparatos de laboratorio, de muchos compuestos y, ante todo, con su teoría sobre la naturaleza de los metales con los principios azufre y mercurio. O al alquimista, y también médico, **al-Razi o Rhases** (860-940), con su clasificación de las sustancias químicas y su descripción de la obtención de alcohol por destilación del vino. Habría que añadir a esta lista muchos otros, como **Avicena o Averroes**, principalmente. Todas estas obras son vertidas después del árabe al latín, tarea que ellos también llevan a cabo y en lo cual jugaron un papel muy importante la Escuela de Traductores de

Toledo y la Academia de Córdoba.

Los cristianos reciben así todas esas fuentes de conocimiento, a las que hay que sumar las que adquirieron directamente a través de las Cruzadas y de algunas -bastante pocas- traducciones realizadas por ellos mismos, bien del griego, como las del monje **Teófilo** (siglo X), o bien del árabe, como las de **Robert de Chester** (siglo XII). Con todo lo cual comienzan a escribir sus propios textos alquímicos, próximo ya el siglo XIII. Obras como las del dominico **Alberto Magno** (1193-1280), actualmente patrón de los científicos, las de su alumno **Tomas de Aquino** (1225-1274), o las de **Roger Bacon** (1220-1292) no pueden dejar de tenerse en cuenta. Lo mismo que los textos del mallorquín **Ramón Lull** (1235-1315) o del valenciano **Arnaldo de Vilanova** (1245-1314).

Pese a la gran labor de los alquimistas, su contribución a la construcción del cuerpo teórico de la química fue prácticamente inexistente. Su objetivo final era la transmutación de los metales para conseguir la "gran obra" alquímica: obtención, por una parte, de la piedra filosofal para llegar con ella al oro potable, y la del elixir de la inmortalidad, por otra. Los alquimistas, sin embargo, con sus trabajos proporcionaron gran número de recetas de sustancias químicas y muchos datos sobre sus propiedades. Pero ante todo su máxima aportación fue el idear y perfeccionar muchas técnicas de laboratorio, preferentemente las relativas a separación y purificación y, entre todas ellas, la *destilación*. En definitiva, resultó ser, una química meramente práctica.

Oficios tecnológicos

Durante la Baja Edad Media se habían mejorado ciertas técnicas artesanales muy relacionadas con el hacer químico pero que, a diferencia de los trabajos de los alquimistas, tenían como denominador común su carácter práctico, en cuanto a que resultaban útiles para el hombre en su vida cotidiana. Tales eran el tinte de tejidos, la preparación, coloreado y manufactura de vidrio, la producción de cerámica...y, sobre todo, la extracción y trabajos con metales.

Desde los primeros tiempos de la química (química primitiva o química práctica), el hombre reconoció el valor de los metales y su aplicación a múltiples usos (Multhauf, 1966). Existen algunos testimonios escritos de los primeros tiempos de la alquimia (alquimia griega), como el papiro de Leiden y el de Estocolmo, de finales del siglo III d.C., donde se dan numerosas recetas, principalmente de joyería, muy anteriores muchas de ellas a la escritura de estos documentos (Hofer, 1866). Son sumamente interesantes las relativas a lo que podría considerarse una verdadera "joyería de imitación": mediante técnicas para colorear piedras y para dorar metales, así como a través de aleaciones, se conseguía la apariencia de piedras y metales preciosos. Esto llevó en última instancia a la preparación de plata y de oro falsos (técnica de aurificación) y probablemente abriera el camino a la noción, ya en la Antigüedad, de la

transmutaci3n de los metales, tan básica en la ideología de los alquimistas. En la misma línea estaban las recetas para escribir con letras de oro... o que lo parecían (como se hacía utilizando finas láminas de estaño recubiertas de una capa de sulfuro de arsénico). De ah a la importante contribuci3n de joyeros y orfebres a la historia de la química (Brock, 1992), en la que también participaron los iluminadores de los c3dices miniados y los pintores con sus trabajos con pigmentos en su búsqueda del color. A pesar de la importancia de estos trabajos, en los tiempos medievales no hay casi documentos sobre ese saber de gran contenido empírico, ya que los artesanos que realizaban esos trabajos -y de forma an3nima- en general no sabían escribir y lo transmitían oralmente.

Sin embargo, la *minería* y *metalurgia* son, con notable diferencia, las tecnologías de mayor peso desde la perspectiva de su contribuci3n a la química renacentista. Con los nuevos tiempos se iban precisando cada vez más metales para construir máquinas -como las hidráulicas- y armas con las que pudiera utilizarse la p3lvora, así como metales preciosos para acuñar moneda.

Medicina y farmacia

La medicina siempre se desarroll3 en estrecho contacto con la química. Así lo atestiguan ya los textos escritos más antiguos encontrados hasta el momento. Se trata de los papiros egipcios de Smith y sobre todo el de Ebbers (aprox. 1550 a.C.) (Sarton, 1959). En el este último se mencionan gran cantidad de productos químicos utilizados con fines curativos o para otros usos (así, algunos aparecen incluso en recetas de cocina). En primer lugar, puede citarse el *natr3n*, producto salino constituido básicamente por carbonato s3dico y que los egipcios empleaban en técnicas de embalsamamiento. También el *kohl*, que no es otra cosa que sulfuro de antimonio o estibina, empleado como cosmético en la pintura de los ojos pero que, en realidad, tenía fines terapéuticos contra las infecciones oculares (hoy en día se conoce su carácter de antiséptico y se sigue utilizando, como puede comprobar todo aqu el que haya viajado por países  rabes) (Esteban, 2001). Y, asimismo, se citan muchos pigmentos minerales (verdigris, lapislázuli, minio, ocre...).

A lo largo de la Edad Media los productos medicinales en su inmensa mayoría tenían origen vegetal y se conseguían mediante extractos de plantas. Las plantas se maceraban, se coc a el producto macerado y se destilaba sucesivas veces. Se obtenían así esencias o "espíritus", como entonces decía. El descubrimiento del poder disolvente del alcohol, preparado por destilaci3n del vino, ayud3 enormemente a la mejor obtenci3n de estos extractos. Estas labores de extracci3n tenían lugar preferentemente en conventos y monasterios, con las plantas aromáticas y medicinales cultivadas en sus huertos, de lo cual proviene también la tradici3n de los famosos licores de hierbas monacales (benedictino o chartreuse, entre otros). En este aspecto fue muy cono-

cida la actividad de **Joannes de Rupescissa** (nombre latinizado del original, Joan de Peratallada, según la extendida costumbre de aquella época de latinizar el nombre), fraile franciscano catalán del siglo XIV, que buscaba extraer la *quintaesencia* de las plantas como remedio 3ptimo para curar las enfermedades.

LA QUÍMICA EN EL RENACIMIENTO

Aunque se comenten por separado cada una de estas tres líneas de la química renacentista, en la realidad convergían en muchos de sus hombres. Algunos eran médicos, pero también se dedicaban a la metalurgia y tenían trabajos relacionados con las minas. Y la alquimia siempre estaba presente, al menos en cuanto a muchas de las técnicas de laboratorio empleadas, aunque no siempre en cuanto a su filosofía, rechazada sobre todo por muchos de los químicos prácticos.

Alquimia

La alquimia durante el Renacimiento sigue la misma trayectoria que en los tiempos medievales. Los puntos centrales de su doctrina continúan siendo la creencia en la generaci3n de los metales y la transmutaci3n de éstos hasta oro, el metal perfecto. No obstante, se va mejorando la técnica de destilaci3n ideando aparatos que superan el alambique clásico y proporcionan mejores separaciones. Tal es el sistema de destilaci3n representado en la **figura 3**, en el que se emplean unos conos met licos donde se condensa el vapor de destilaci3n y con el que se logr3 obtener alcohol con menor contenido en agua.

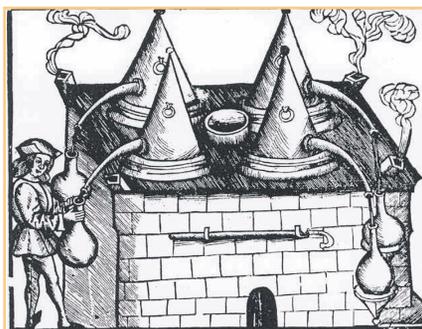


Figura 3.- Aparato para destilar con conos met licos

En cualquier caso, el secretismo y el lenguaje oscuro y aleg3rico continúan siendo requisitos básicos del buen alquimista, comprometido a no divulgar sus avances hacia la "gran obra", s3lo en posesi3n de los iniciados. Esto a la larga impediría la comunicaci3n de los resultados de investigaci3n, tan imprescindible en todo proceso científico. Como ejemplo de está simbología nos han quedado muchas representaciones, como un grabado del siglo XVII (**fig. 4**), en el que aparecen una serie de símbolos alquímicos característicos: los cuatro elementos (viento, agua, tierra y fuego) en cada v rtice; en el centro, los siete metales conocidos desde la Antigüedad, en forma humana, sentados en un hueco que representa el interior de la tierra, y en una franja circular que significa el cielo, est n situados el sol,



Figura 4.- Grabado alegórico sobre la alquimia (siglo XVII).

la luna y cinco estrellas o planetas, representándose así los cuerpos celestes asociados a cada uno de esos metales.

Por otra parte, con excepción de los alquimistas acusados de charlatanería, en general eran temidos y a veces perseguidos, pero también admirados y a menudo protegidos por mecenas. Admirados, como lo demuestran pinturas de artistas tan famosos en esa época como **Pieter Brueghel el Viejo** (1525-1569) (fig. 5) o **David Teniers** (1610-1690). Protegidos, como lo fueron incluso por monarcas, movidos en gran manera por el objetivo de conseguir oro partiendo de otros metales: tal es el caso de Rodolfo II, emperador del Sacro Imperio Germánico, de lo que queda como testimonio el "Callejón del Oro" (clara alusión al oro alquímico) en el castillo de la ciudad de Praga; o también el ejemplo de Felipe II (tío además de Rodolfo), que hizo construir en el monasterio de El Escorial un taller de destilación que tal vez fue el más destacado de la Europa renacentista (Puerto, 2001). Y a propósito de esto último, no puede olvidarse a **Diego de Santiago**, gran alquimista y seguidor de Paracelso, que como destilador realizó importantes aportaciones, como la destilación a vapor y el montaje de grandes torres de destilación (Bertomeu, Fresquet, G. Belmar y L. Piñero, 1999), reseñadas en su libro *Arte Separatoria*, de 1589 (de Santiago, 1994).

De esta etapa renacentista ha quedado un texto sumamente interesante, *El Carro Triunfal del Antimonio*, que



Figura 5.- "El Alquimista", pintura de P. Brueghel (1558).

es en realidad la primera monografía dedicada a un elemento ((Holmyard, 1925). Contiene todo lo que se sabía sobre las propiedades de muchos compuestos de antimonio, concediendo especial atención a la aplicación de sus sales con fines curativos (por ejemplo, en enfermedades venéreas). Aunque se atribuyó por mucho tiempo a un monje benedictino alemán del siglo XV, llamado **Basilio Valentín**, parece ser con bastante seguridad que este texto fue creado -lo mismo que ese personaje ficticio- mucho después, a principios del XVII, por el fabricante de sal también alemán, **Johann Tholde**.

Minería y metalurgia

En el Renacimiento aparece una serie de obras sumamente interesantes sobre estas técnicas. En primer lugar, las del alemán **Georg Bauer** (1494-1555), más conocido por **Agrícola** (otro caso de latinización del nombre, ya que *Bauer* en alemán significa campesino). A pesar de ser médico ha quedado para la historia de la química como autor de varios libros sobre minería y metalurgia, de un carácter eminentemente práctico. El más famoso de todos ellos es *De Re Metallica*, publicado en 1556, es decir, pleno Renacimiento, que contiene abundantes grabados sobre distintos aparatos (desde hornos, balanzas o martillos a matraces, crisoles o alambiques) y procesos relativos a la extracción y tratamiento de las menas (fig. 6). Otro químico en este campo fue el italiano **Vannoccio Biringuccio** (1480-1539), supervisor de minas en el norte de Italia, que realizó un tratado del mismo estilo que el anterior, *De la Pirotechnia*, de 1540, en el que incluye asimismo trabajos sobre la fundición de cañones y campanas. Otros textos importantes son los realizados por el inspector general de minas del Sacro Imperio, **Lazarus Ercker** (1530-1594), publicados en Praga (1574).



Figura 6.- Grabados sobre trabajos con minerales metales (Agricola).

En todas estas obras se trata fundamentalmente de la clasificación de las menas de metales de mayor interés económico, como son las de metales preciosos, de cómo separar éstos de sus impurezas más frecuentes (cobre y plomo) y de ensayo y obtención de metales. Y es interesante el hecho de que van introduciendo en

sus análisis aspectos cuantitativos. Asimismo, en esa época se reconocen como metales nuevas sustancias: el arsénico, el antimonio, el cinc y el bismuto (es Agrícola el primero en mencionar este último metal).

También a España le ha correspondido llenar una brillante página en la historia de este capítulo de la química. La ocasión le fue brindada por el descubrimiento de América y de sus riquísimas minas de metales preciosos. Y no debemos olvidar aquí el papel que en esta línea representaron algunos españoles. Tal es el caso de **Bartolomé de Medina**, con sus técnicas de amalgamación con las que trabaj  en las minas de plata mexicanas (1555). Y también, **Álvaro Alonso Barba** (n. 1569) -que da nombre a uno de los Institutos de Investigación de CSIC-, quien ideó otras técnicas metalúrgicas para la obtención también de plata, en este caso en las minas de Potosí (Perú entonces, hoy Bolivia), que quedaron reflejadas en su magnífico libro *Arte de los Metales* (1640). Por otra parte, **Juan de Arfe Villaf ne** (1535-1602), orfebre que realizó importantes análisis cuantitativos en su trabajo como ensayador para determinar la ley de las monedas (o sea, la proporción de metal precioso que contuvieran), que quedaron expuestos en su obra *Quilator de la plata*, oro y piedras, publicada en 1572 (Peral y Peral, 1979).

No obstante, también hay que tener en cuenta otros oficios relacionados con las técnicas químicas. Son, principalmente, *la cerámica, la fabricación de vidrio, la preparación de pólvora de ca n y la de sales y ácidos minerales*.

En *cerámica* sobresale la figura del francés **Bernard Palissy** (1510-1589), que partiendo de su oficio de alfarero destacó enormemente en cerámica y esmaltes. Y a él se debe el desarrollo y perfección que alcanzó esta fabricación en Francia, lo cual le valió la protección de la reina Catalina de Médicis y le permitió llegar a impartir la enseñanza en las Tullerías, convirtiéndose así en el primer profesor de química que hubo en su país. Aunque, como reformista hugonote, después muriera prisionero en la Bastilla (Wojtkowiak, 1986). Un  a sus dotes de observador una gran perspicacia y sentido crítico, que redundó en favorecer el buen hacer de los químicos prácticos que le sucedieron. En Sajonia, por otra parte, **Christoph Sch rer** (n.1504) para conseguir *vidrio* de color azul introdujo la utilización de compuestos de cobalto, aunque en aquellos momentos no se supiera que eran de este metal (ya que el cobalto como elemento no fuera descubierto hasta dos siglos después). Precisamente ese desconocimiento es el origen de su nombre y comentarlo ahora puede resultar curioso. Los mineros de esa región creían que esos minerales eran menas de cobre, con lo que intentaban una y otra vez obtener este metal. Lógicamente nunca lo conseguían y persistiendo en su error llegaron a pensar que esas menas estaban embrujadas por los duendes de las montañas. Y como la palabra duende en alemán es "Kobald", es fácil deducir que después se le llamara cobalto.

En cuanto a la *pólvora*, muchos de los tratados sobre minas anteriormente citados daban también recetas para su preparación. Lo mismo que también incluían recetas para preparar distintas sales, soda (carbonato sódico), alumbre o vitriolos. Pero sobre todo, hay que mencionar a **Johann Rudolf Glauber** (1604-1670), también médico y iatroquímico aparte de químico práctico, cuyas contribuciones más importantes fueron sus descripciones para preparar agua regia y muchas *sales* -sobre todo cloruros- de los tres ácidos minerales fuertes. Descubrió la utilidad en medicina como purgante de la sal sulfato de sodio, obtenida también por él ("sal milagrosa") y que se llamó por ello *sal de Glauber* (Partington, 1961-1970). Además fue el primero en observar del valor del color de la llama y de los humos como indicios importantes desde el punto de vista del análisis cualitativo.

Medicina y farmacia

El Renacimiento va a significar una verdadera revolución en este campo, sobre todo en cuanto al origen y obtención de los medicamentos, con lo cual a su vez vuelven a unirse estrechamente la química y la medicina. Este hecho está representado por **Paracelso** (Philippus Theophrastus Bombast von Hohenheim, 1493-1541), con la preparación de medicamentos de origen mineral. Paracelso abre con ello un nuevo camino no sólo para la medicina sino también para la química, creando una nueva rama de la química, la *iatroqu mica*. Esa química tiene ya otra utilidad, la de conseguir nuevos medicamentos. Hijo de un médico de mineros, aprende las técnicas y arte de éstos, así como los conocimientos de la medicina y la alquimia de su época de muy diversos maestros. En él convergen, pues, esas tres vertientes de la química. Sumamente contradictorio, pues a la vez de ser un profundo defensor de los principios alquímicos, fue un innovador al predicar la necesidad de experimentar en el laboratorio y de observar los fenómenos con un sentido crítico (Esteban, 2003). Tuvo además muy pronto gran número de seguidores aunque, paradójicamente, muchos de ellos no compartieran las ideas de Paracelso en cuanto a los aspectos más esotéricos de la alquimia. Tal es el caso del alemán **Andreas Libavius** (1540-1616), nombre derivado del suyo original, **Libau**, otro ejemplo de latinización. Este médico luterano, aunque recoge muchas teorías de Paracelso, le contradice en muchas otras. Así, vuelve a la teoría árabe sobre los metales del azufre-mercurio y no acepta la de los *tria prima* (principio de que los metales consisten en tres partes, azufre, mercurio y sal) de Paracelso. Y mientras éste último afirmaba que sólo era posible adquirir el conocimiento sobre química mediante la inspiración divina, Libavius (o también Libavio) mantenía que se podía enseñar como otras muchas disciplinas. Esto le lleva a la necesidad de organizar sus contenidos mediante la clasificación cuidadosa de las técnicas, aparatos y experimentos de laboratorio, la elaboración de manuales con recetas sencillas y claras y, sobre todo, la creación de un lenguaje sistemático y estandarizado de las sustancias químicas. Esto último constituye, en realidad, el

germen de la *nomenclatura química* -y es él el primero en reconocer su necesidad-, lo cual tuvo una trascendencia enorme para el desarrollo posterior de la química como ciencia. También realiza una interesantísima clasificación de los metales en dos categorías: los metales "verdaderos" (oro, plata, hierro, cobre, plomo, mercurio y estaño) y los semimetales (arsénico, antimonio, cinc y bismuto). Todo ello le lleva a escribir en 1597 su gran obra *Alchemia*, considerada con justicia el primer manual de química. Se fueron escribiendo después otros muchos manuales -incluso plagiados del de Libavius-, y algunos adquirieron gran difusión al ser traducidos a otras lenguas y también al latín. Tal es el caso del realizado por el francés **Jean Lemery** (1645-1715), iatroquímico ya bastante posterior, cuyo *Cours de Chemie* (1675) resultó ser durante mucho tiempo el manual tradicional para la enseñanza de la química.

A pesar de estas importantes aportaciones de Libavio, el iatroquímico más importante del Renacimiento fue sin duda **Jean Baptiste van Helmont** (1577-1644), nacido en Bruselas durante el dominio español de Flandes. Este médico y también químico fue tal vez uno de los científicos más señeros de su época, aunque su espíritu solitario y modesto le condujera raras veces fuera de su laboratorio, en su propia casa, en la que permaneció casi toda su vida. Como médico rechaza, al igual que Paracelso la medicina oficial de los galenistas. Pero en química da un paso atrás al aceptar un principio general para toda la materia, que según su opinión era el agua (lo mismo que el griego Thales, del siglo VI a.C.) Sin embargo, tiene enormes aciertos, como sus trabajos sobre los gases (o "sustancias aéreas") que se desprendían en muchas reacciones. Él mismo los bautizó con esa palabra, gases, derivada del término griego *chaos*, debido a que carecían de forma. Aunque no tuvo éxito en sus numerosos intentos de recogerlos y aislarlos, realizó una cuidadosa clasificación de muchos de ellos, basada en sus propiedades físicas, distinguiendo entre dos clases, inflamables (gas pingüe) y no inflamables (gas silvestre). Otra de sus grandes aportaciones a la experimentación química fue la del control cuantitativo que él llevó a cabo mediante la pesada con balanza

en los numerosísimos y cuidados trabajos de laboratorio que realizó. Y en lo cual fue un antecedente directo de Lavoisier.

REFLEXIONES FINALES

El Renacimiento marca un punto de arranque para la química, un antes y un después en su hacer y, sobre todo en su pensar. En su evolución, retardada por la falta de elementos críticos, representa un momento de dinamismo precisamente porque en cierta medida se comenzó a aplicar la razón a lo observado. La alquimia, con sus objetivos eminentemente esotéricos, no contribuyó a crear una teoría paralelamente a los progresos que, por otra parte, en los aspectos técnicos y prácticos indudablemente produjo. Porque los alquimistas perfeccionaron muchos de los antiguos métodos de laboratorio e idearon otros nuevos; descubrieron nuevas sustancias e inventaron mejores procedimientos de síntesis de las ya conocidas... pero carecían de un cuerpo teórico a la luz del cual realizar sus experimentos. Con el Renacimiento se comienzan a dar los primeros pasos para superar esa barrera: Paracelso propugna la razón unida a la observación, Libavio coloca los cimientos de un lenguaje, van Helmont introduce la necesidad de cuidar los aspectos cuantitativos en las reacciones. Se abre un proceso lento pero firme en la historia de la química que culminará a finales del siglo XVIII con la química "moderna".

Por ello, aunque en un primer momento pueda parecer paradójico, el antecedente más directo de esta química moderna no es la alquimia, sino esa química de tipo práctico. Por el contrario, ambas líneas siguen existiendo de forma simultánea e independiente: la química práctica consigue un desarrollo cada vez más rápido, pero la alquimia queda estancada debido al freno impuesto por sus propios objetivos. Aunque continúe presente hasta casi finales del siglo XIX y figuras de la talla de Boyle o Newton, cuyo carácter científico está fuera de toda duda, hayan dedicado más de una página de sus escritos a experimentos alquímicos.

REFERENCIAS

- 1.- BERTOMEU SÁNCHEZ, J.R., FRESQUET FRBRER, J.L., GARCÍA BELMAR, A. Y LÓPEZ PIÑERO, J.M. (1999): *La Mineralogía, la Destilación y el Ensayo de Metales en el Renacimiento Europeo*. Guías de la Biblioteca y el Museo Histórico-Médicos. Universidad de Valencia.
- 2.- BROCK, W.H. (1992): *Historia de la Química*. Madrid. Alianza Editorial.
- 3.- ESTEBAN SANTOS, S. (2001): *Introducción a la Historia de la Química*. Madrid. UNED (Cuadernos de la UNED).
- 4.- ESTEBAN SANTOS, S. (2003): "Paracelso el Médico, Paracelso el Alquimista". *Anal.REQ Quím.*, 99(4), pp. 53-61.
- 5.- HOEFER, F. (1866): *Histoire de la Chimie*. Paris. Gutenberg Reprints.
- 6.- HOLMYARD, E.J. (1925): *Chemistry to the Time of Dalton*. London. Oxford University Press.
- 7.- IHDE, J.I. (1984): *The Development of Modern Chemistry*. New York. Dover Publications, Inc.
- 8.- LEICESTER H.M. (1968): *Source Book in Chemistry*. Cambridge, Massachusetts. Harvard University Press.
- 9.- MULTHAUF, R.P. (1966): *The Origins of Chemistry*. London. Oldbourne
- 10.- PARTINGTON, J.R. (1961-1970): *A History of Chemistry*. London. Macmillan&Co.Ltd. 4 vols.
- 11.- PERAL FERNÁNDEZ, J.L. y PERAL FERNÁNDEZ, F. (1979): "Comentario Crítico a la Obra Química de Juan de Arfe". *Las Ciencias*, 46 (2), pp.96-112.

REFERENCIAS

11.- PUERTO, J.(2001): *El Hombre en Llamas. Paracelso*. Tres Cantos (Madrid). Nivola.

12.- DE SANTIAGO, D.(1994): *Arte Separatoria*. Alicante. Instituto de Cultura "Juan Gil-Albert", Diputación de Alicante.

13.- SARTON, G. (1959): *Historia de la Ciencia. La Ciencia durante la Edad de Oro griega. Ciencia y Cultura*

en los Últimos Tres Siglos a.C.. Buenos Aires. Ed. Universitaria de B.Aires.

14.- TATON, R. (ed.) (1989): *Historia General de las Ciencias*. Barcelona. Destino.

15.- WOJTKOWIAK, B.(1986): *Historia de la Química*. Zaragoza. Ed. Acribia.

Congreso

IV
semana de la
ciencia
madrid 2004
10-24 noviembre

Información:
www.madrimasd.org/semanaciencia
www.madrid.org
teléfonos: 91 720 05 42
012 / 010

**+ciencia
+responsabilidad**

Visitas guiadas a laboratorios, centros de investigación...
Conferencias, mesas redondas, debates
Talleres, cursos, demostraciones científicas
Itinerarios científicos
Rutas arqueológicas, arquitectónicas, geológicas...
Exposiciones y cine científico

www.madrimasd.org/semanaciencia

Comunidad de Madrid
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN
Dirección General de Universidades e Investigación

semana de la ciencia madrid