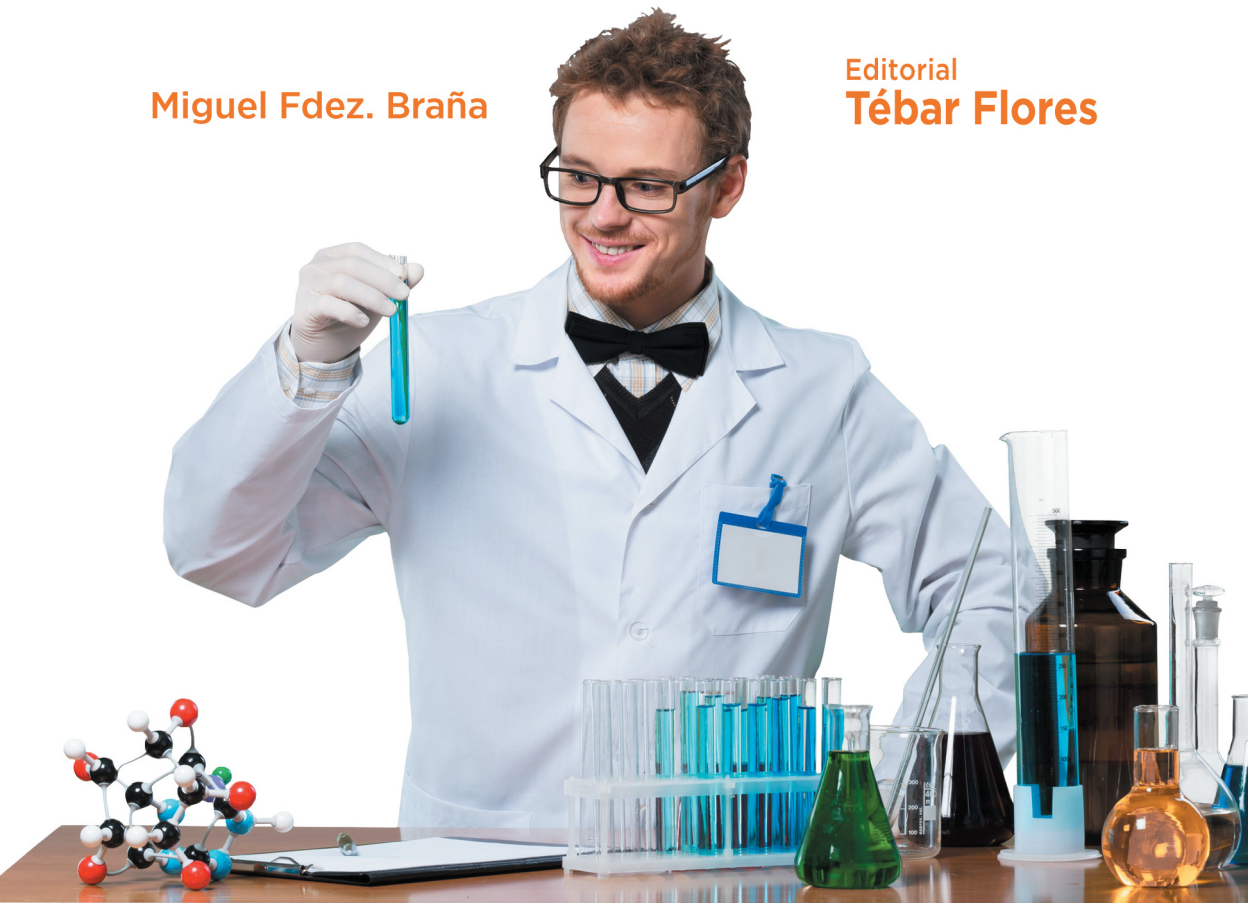
© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Una QUÍMICA divertida

Experimentos químicos para realizar de forma sencilla

Miguel Fdez. Braña

Editorial Tébar Flores



© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

UNA QUÍMICA DIVERTIDA

Experimentos químicos para realizar de forma sencilla

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

UNA QUÍMICA DIVERTIDA

Experimentos químicos para realizar de forma sencilla

Miguel F. Braña
Catedrático de Química Orgánica y Farmacéutica
Académico Correspondiente de la
Real Academia Nacional de Farmacia

Prólogo de la profesora M. Carmen Navarro-Ranninger
Catedrática de Química Inorgánica de la Universidad Autónoma de Madrid

Editorial
Tébar Flores

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Datos de catalogación bibliográfica:

UNA QUÍMICA DIVERTIDA
Experimentos químicos para realizar de forma sencilla
Miguel Fernández Braña

EDITORIAL TÉBAR FLORES, S.L., Madrid, año 2016
ISBN digital: 978-84-7360-610-3
Materias: PN. Química. PDN. Equipamiento, experimentos y técnicas científicas.
Formato: 165 × 240 mm
Páginas: 298

www.tebarflores.com

Todos los derechos reservados.
Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con la autorización expresa de Editorial Tébar Flores. La infracción de estos derechos puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y siguientes del Código Penal).

UNA QUÍMICA DIVERTIDA
Experimentos químicos para realizar de forma sencilla
Miguel Fernández Braña

EDITORIAL TÉBAR FLORES, S.L., Madrid, año 2016
Tel.: 91 550 02 60
Fax: 91 550 02 61
pedidos@tebarflores.com
www.tebarflores.com

ISBN digital: 978-84-7360-610-3

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Los químicos, y lo digo con énfasis, podrían mandar si quisieran sobre los destinos de la humanidad.

W. Collins en *La Dama de Blanco* (1869)

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

A mis hijos, que no han querido seguir mi camino químico:
Marisa, Miguel y Pablo.

A Ángeles que, aun siendo de letras, me comprende.

A la profesora Carmen Navarro-Ranninger,
con mi agradecimiento por haber accedido a prologar este libro.

También con mi agradecimiento a Dña. M. Luisa Ollero,
quien ha corregido el estilo literario.

Y, por supuesto, al equipo de la Editorial Tébar Flores,
por su ayuda en este proceso.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

PRÓLOGO

Desde los orígenes, la química ha tenido un problema de comunicación que la ha alejado de los circuitos normales de lo que podríamos llamar el saber social. A esto ha contribuido el que su precursora, la alquimia, estuvo rodeada siempre de un secretismo que la situaba más próxima a las ciencias ocultas que a cualquier otra disciplina científica. Más recientemente, el hecho de utilizar un lenguaje arduo para trasmitir su información, como son los símbolos químicos, exige unos conocimientos específicos para su comprensión, cuya adquisición requiere un esfuerzo que no todo el mundo está dispuesto a realizar. Como consecuencia, se produce un rechazo generalizado de la sociedad que conduce a un desinterés que, a su vez, desemboca en exclusión. Las mayores barbaridades químicas se pronuncian con total impunidad en multitud de foros presuntamente cultos, sin que produzcan sonrojo alguno, ya que cuentan con la comprensión de la mayor parte de los participantes. Se da la paradoja de que en un mundo en que la química ha proporcionado la solución a la mayor parte de los problemas actuales, lo que se ha reflejado en el bienestar de la humanidad desde su salud (fármacos) hasta su confortabilidad (vestidos y materiales diversos), pasando por su alimentación (fertilizante, plaguicidas, etc.), se hable de ella fundamentalmente como causante de un gran número de problemas que la aquejan (contaminación o cambio climático), a pesar de que estos se deben al mal uso que el hombre hace de los conocimientos que proporciona, y a que vuelve a ser la química la que es llamada para solucionarlos. Podemos decir que la química ha llegado a percibirse socialmente como algo negativo que debemos combatir, y si no que se lo pregunten a ese grupo de personas que practican la alimentación “bio”.

La principal causa de que se haya llegado a esta situación radica en la escasa capacidad de los químicos para trasmitir una información asequible, que pueda ser asimilada por la sociedad de una forma sencilla y presente la

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

cara amable y los logros de una disciplina científica que, como ya se ha indicado anteriormente, ha proporcionado solución a los mayores problemas de la civilización actual. En este sentido, son muy necesarios libros, vídeos, etc. que acerquen los conocimientos de la química a la sociedad de una forma sencilla, que les haga sentirse cómodos y perder el miedo a su aprendizaje. Para que esto sea posible, es necesario el concurso de personas que hayan practicado de forma intensa las actividades encaminadas a la generación del conocimiento con la investigación y a su transmisión con la docencia. Este es el caso del profesor Miguel Fernández Braña, que empezó su carrera docente en la Universidad Complutense de Madrid, en el Departamento de Química Orgánica, posteriormente se trasladó a la industria farmacéutica, desempeñando el puesto de director de Investigación durante muchos años, en los que realizó contribuciones significativas en la lucha contra el cáncer, para finalizar su carrera volviendo a sus raíces como catedrático de Química Orgánica y Farmacéutica en la Universidad CEU San Pablo. Esta simbiosis docencia-investigación, que ha sido su quehacer profesional durante muchos años, le ha conferido unas excelentes dotes de comunicador, que refleja en esta obra, *Una química divertida*, que es mucho más que un simple libro de prácticas.

En la introducción, el autor indica de manera clara y sencilla los motivos que le han llevado a escribir este libro, que reflejan las inquietudes de un espíritu preocupado por la química y su divulgación. La originalidad del planteamiento elegido para su presentación -tras un breve resumen de la historia de la química, se describen 58 experimentos en los que combina la espectacularidad con el rigor de los fundamentos químicos, presentados con un lenguaje sencillo y claro, en los que se intercalan algunos cuentos o anécdotas que dulcifican la lectura de los aspectos más arduos- capta desde el principio la atención del lector, permitiendo adentrarse en los vericuetos de una disciplina que se le va haciendo amable a medida que progresa en su descubrimiento. Más libros como este serían necesarios para mejorar la imagen social de la química, y espero que el profesor Braña continúe contribuyendo en el futuro a esta difícil tarea.

Carmen Navarro-Ranninger

Catedrática de Química Inorgánica
de la Universidad Autónoma de Madrid

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

ÍNDICE

Introducción 17
Una breve historia de la química 19
1.- El bosque químico 39
2.- La serpiente del faraón 43
3.- El matamoscas 47
4.- El árbol de Saturno 51
5.- La lluvia de oro 55
6.- El volcán 59
7.- El cerdito gruñón 63
8.- La vela comestible 67
9.- La luminaria 71
10.- La bandera americana 75
11.- ¿Apaga el agua el fuego o lo inicia? 79
12.- Cromatografía 83
13.- El aguarrás ardiente 87
14.- La viruta que arde sola 91
15.- El azúcar que arde sin prenderla 95

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

16.- La muerte del Conde Drácula 99
17.- El flash de aluminio 103
18.- La lluvia de fuego 107
19.- La corrosión 111
20.- El agua mágica 115
21.- La huella delatora 119
22.- El árbol de plata 123
23.- Un géiser refrescante 127
24.- El fuego súbito 131
25.- La lombarda navideña y el pH 135
26.- Una estatua surrealista 139
27.- Cuando la glicerina se oxida 143
28.- ¿Arde el acero? 147
29.- El protolodo 151
30.- La célula inorgánica 157
31.- El ADN chivato 161
32.- La levedad del color azul 167
33.- Un sahumerio de color 171
34.- Electrolisis a gogó 175
35.- Un orden maravilloso 179
36.- La pila loca 185
37.- Las cartas simpáticas 191
38.- El jabón al alcance de todas las fortunas… 195
39.- La mezcla detonante 201
40.- La sal de calcio ardiente 205
41.- El régulo alquimista 209
42.- El moco mágico 213
43.- Juegos boreales de leche 217

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

44.- Un mar casero 221
45.- La banda de Liese 225
46.- La luz misteriosa 231
47.- No es oro… 237
48.- La seda de los pobres 241
49.- La aluminotermia titánica 245
50.- El espejo de plata 249
51.- Luminol 255
52.- El biodiésel 259
53.- La triboluminiscencia 263
54.- El vino misterioso 267
55.- El reloj químico 273
56.- La bomba de humo 277
57.- La mano maldita 281
58.- La plomomancia 285
Adenda 1.- Conceptos químicos sencillos 289
Adenda 2.- Algunos materiales de laboratorio 295
Referencias bibliográficas 297

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

INTRODUCCIÓN

Puede resultar sorprendente que en la época en que Internet nos suministra toda clase de experimentos de química, con vídeos incluso, me haya decidido a escribir un libro sobre ellos, pero esta publicación se debe a una necesidad particular de su autor: disfrutar con la química. Aún más, debido a mi formación, estoy convencido de que no hay nada como un buen libro de papel. Este es el origen de *Una química divertida*.

Este libro está dirigido a los jóvenes, y no tan jóvenes, que tengan interés y afición por los experimentos de química, y para aquellos que no la tienen, para que sean conscientes de lo que se están perdiendo. La química, sobre todo en su vertiente experimental, es de una gran belleza y perfectamente asequible a todas las personas con un nivel cultural básico. Incluso, le puede ser de utilidad a algún profesor de enseñanza media.

El libro se inicia con una breve historia de la química, en la que se hace hincapié en algunos de los momentos estelares de su desarrollo, para pasar a continuación a la descripción de los diversos experimentos; finalmente se han incluido dos adendas, una sobre determinados conceptos químicos característicos en forma sencilla y otra con un esquema de alguno de los aparatos habitualmente utilizados en el laboratorio. Dejo a la imaginación del lector la sustitución de cualquier artilugio de los que se citan en el libro por el material cotidiano de un hogar.

Cada experimento se encabeza con una cita de la Biblia, que de alguna manera se relaciona con lo que viene a continuación. Como dice un erudito amigo mío, todo aparece descrito en *El Libro de los Libros*, incluso con más riqueza que en la *Ilíada*. A continuación aparece una historieta o cuentecito,

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

que a veces es real, si he considerado que era de interés, también relacionado con el tema, cuestión que me he permitido para amenizar el hecho experimental. Espero que el lector sea comprensivo con este capricho del autor, por el que pide perdón por anticipado.

La descripción de la parte práctica se divide en los materiales y reactivos necesarios, así como la interpretación teórica del fenómeno y la forma de su realización. Se hace un empeño especial en los métodos de protección, tanto individual como del medio ambiente. No obstante, hay que indicar que cualquier reacción química **TIENE UN PELIGRO POTENCIAL**, por lo que hay que ser muy cuidadoso en la realización de la experiencia y seguir a rajatabla el procedimiento.

Finalmente, para la enumeración de cada experimento, he empleado el número atómico de un elemento químico, como un homenaje al sistema periódico; esta vez no tiene ninguna relación con el contenido del mismo.

El autor agradece el interés que pueda despertar en el lector.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

UNA BREVE HISTORIA DE LA QUÍMICA

El hombre siempre ha sido atraído por el arte de transformar sustancias, lo que le ha permitido dar utilidad a alguna que, generalmente, no la tenía o, al menos, siempre podría suponer una mejora. En un caso muy extremo, consideremos cómo a partir de un trozo de carbón o una muestra de petróleo se puede llegar al color de un bonito vestido, a un CD o a una elegante mesa de plástico, e incluso a una medicina. Qué duda cabe de que en cuanto se profundiza un poco en los procedimientos de la química, se es capaz de valorar el gran atractivo de esta ciencia.

Alguna vez se ha dicho que el primer químico de la historia fue aquel ser peludo que observó que el fuego producido por la chispa de un rayo podría ser mantenido, simplemente, echándole más leña. Estuvo practicando sin saberlo la primera reacción química, conocida como combustión, en la que los compuestos orgánicos de la madera se transforman, entre otros, en anhídrido carbónico y agua, para alegría y solaz del *efecto invernadero*.

La preocupación del hombre por su salud y su bienestar han marcado la actividad química y sus ya citadas aplicaciones. Descubrió que con el fuego era posible modificar la calidad de las comidas y, no solo eso, también permitía obtener metales o vidrio y darles formas determinadas. Estos saberes, que se trasmitían de padres a hijos, suponían que tanto el cuidado de la salud como la fabricación de utensilios exigía la acción de los dioses, unos buenos y otros malos, aunque más de estos últimos.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Desde el principio, consecuentemente, se diferencian dos aspectos de la química: el teórico, que a través de los pensadores daría lugar a los filósofos y a los cosmólogos, y el técnico, que causará la maestría de los artesanos del metal, vidrio, tintes, cerámica y bebidas. La fusión de ambos daría lugar a la alquimia.

Al avanzar la civilización comienzan las preguntas trascendentales: ¿qué es el mundo?; ¿y el hombre?; ¿cuáles son las causas de las fuerzas de la naturaleza, como la tormenta, el trueno etc.? Cada una de ellas dará lugar a una respuesta característica, la mitología, obviamente con ciertos aspectos comunes, puesto que, en las más recientes, se encuentran siempre algunas reminiscencias de las anteriores.

Cada civilización dio lugar a una respuesta característica al profundizar sobre estos problemas y originar la ciencia primitiva, si bien con dos limitaciones fundamentales que, no obstante, supusieron las bases de nuestro conocimiento actual:

- Las ideas nunca se comprobaban experimentalmente.
- Las hipótesis no se contrastaban con nuevos experimentos.

Históricamente, la sabiduría química, como la ciencia en general, sigue un desplazamiento desde Oriente hacia Occidente. Nace en Mesopotamia y Egipto, expandiéndose hacia Siria, Grecia y Roma. En Europa la primacía del conocimiento se mantiene hasta mediados del siglo XX, cuando la antorcha pasa a los EE.UU. ¿Y en el futuro? ¿China o la India? Pero pasemos una breve revisión a los principales capítulos.

LOS ORÍGENES

Metalurgia

Muchos metales se encuentran nativos en estado puro, como el cobre, el oro e incluso el hierro, por lo que el aspecto organoléptico como el colorido o el brillo debió llamar la atención del hombre primitivo. Pronto descubrieron que podían ser moldeables por el calor, por lo que eran más fáciles de trabajar que la piedra. Las rutas comerciales favorecieron el intercambio, pues resultaban magníficos como piezas de trueque. Naturalmente, pronto se les asignó propiedades mágicas.

También parece probable que en algún momento alguien echase un trozo de malaquita en una hoguera -lo que recuerda el descubrimiento fortuito por

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Goodyear de la vulcanización del caucho-, observando cómo aparecían unos glóbulos resplandecientes metálicos, idénticos al cobre natural. Esto debió ocurrir en Sumeria, donde para conseguir mejor rendimiento y debido fundamentalmente a que la madera da muy poco calor y era necesaria en gran cantidad, se construyeron hornos que guardasen mejor la temperatura. Mediante un tipo de pipas se insufló aire hasta que, en el año 1600 a.C., se inventó el fuelle. ¡Acababa de nacer la metalurgia!

Parece ser que fue en Armenia donde antes se obtuvo al otro gran protagonista de la antigüedad, el bronce, mezclando el cobre y el estaño. La aleación presentaba una serie de ventajas sobre el primer metal, pues fundía a una temperatura más baja, unos 800º aproximadamente, y presentaba una mayor dureza. Su uso dio lugar a la denominada *Edad del Bronce*. De esta época nos han llegado diversos adminículos, como espejos, vasos, armas y esculturas[1].

El descubrimiento del hierro por los hititas en Asia Menor, entre el 1500 y el 1700 a.C., supuso otro gran avance de la metalurgia. Este metal ya era conocido por los egipcios, que lo consideraban como una curiosidad, sin llegar a captar su interés técnico. En Sumeria se le llamó *an-bar*, cielo-fuego, pues se obtenía de los meteoritos. En Grecia, *sideris*, que significa estrella. La dureza del hierro, muy superior a la del bronce, daría lugar a sus dos aplicaciones más importantes: la fabricación de armas y la manufactura de instrumentos de labranza. Esta usanza se inició en Palestina en el año 1000 a.C., aproximadamente.

Alquimia

Se admite que el nombre de alquimia proviene del término griego χιμοζ y que, posteriormente, dio lugar a la palabra árabe *al-kimyä,* que en dicho idioma significa "país negro". En la Europa medieval se transformó en *quimia* y en los países sajones en *chemistry*[2].

1. Es interesante el procedimiento empleado para construir estatuas huecas de bronce. Sobre un ánima esculpida en un material duro se hacía primero un recubrimiento con cera y después otro de barro. Cuando este se secaba se introducía en un horno donde la cera se fundía y la arcilla se endurecía. El hueco dejado por la cera se rellenaba de bronce fundido y, cuando el sistema estaba frío, se rompía la capa de barro y la estatua se sacaba del núcleo.

2. Una curiosidad, la palabra *chimos*, también es la raíz para el *humor* de los médicos.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Read la define como “un grandioso sistema filosófico que intentó penetrar y armonizar los misterios de la creación y de la vida y que se esforzó por relacionar el microcosmos humano con el macrocosmos mineral”. Parece ser que el intercambio de conocimientos entre los caldeos, los egipcios, los judíos y los griegos, que tuvo lugar en Alejandría, dio lugar al nacimiento del denominado *Arte Sagrado*, entre los siglos III y V de nuestra era. A partir del siglo VI es aceptada por los sirios, los bizantinos y los árabes, extendiéndose hasta el Renacimiento.

Entre los alquimistas famosos podemos citar a Zósimo, quién vivió en Alejandría, aunque había nacido en Panópolis (la actual Akhmim del sur de Egipto) y escribió numerosos tratados sobre el “arte” y que se conocieron gracias a las citas griegas o árabes. Sinesio (“el adepto no crea nada: solo modifica la materia cambiando su forma”) y Olimpiodoro, para el cual la alquimia es una especie de vida sacerdotal, por lo que eran llamados cultivadores del fuego sagrado. Es de destacar a Calínico, nacido en Siria, que descubrió el *fuego griego*, una mezcla de petróleo y azufre[3], que sirvió para salvar Constantinopla del asedio de los musulmanes, en tiempos de Constantino IV.

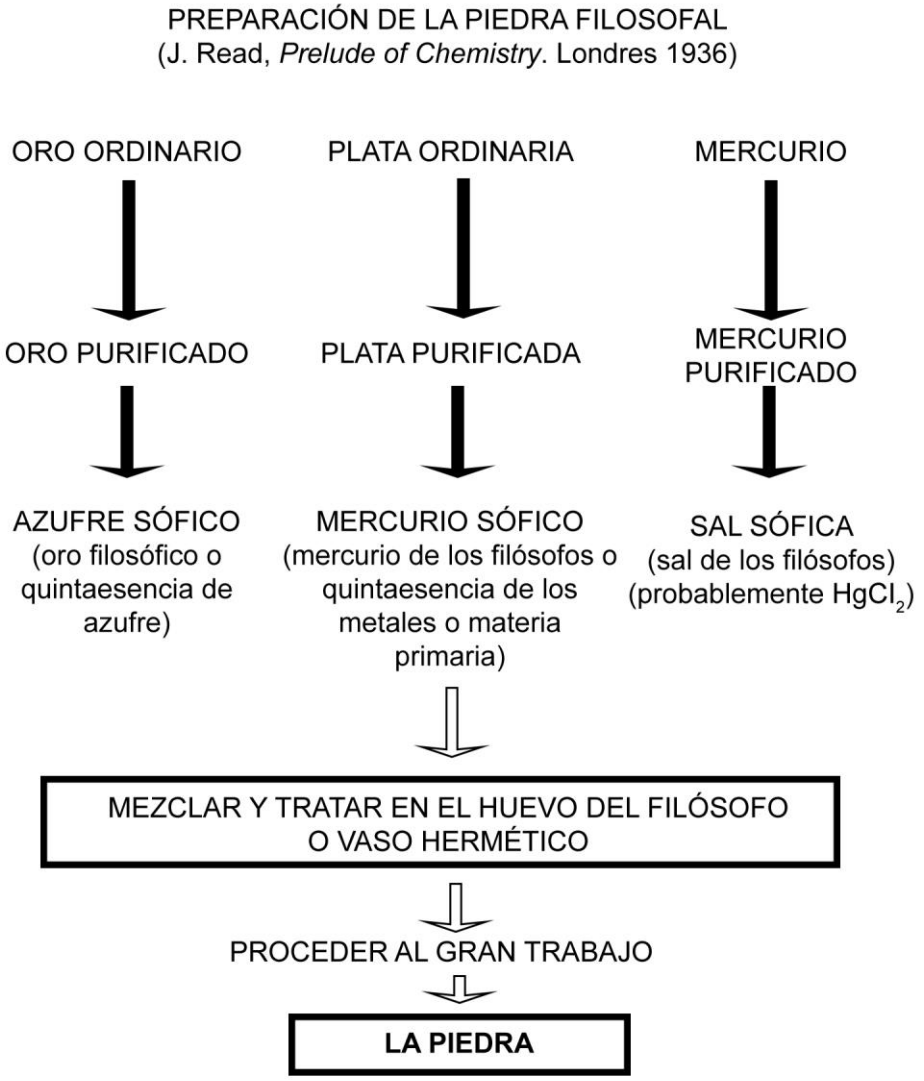
Entre ellas, lógicamente también las hubo, mencionaremos a Teosebia, Cleopatra la Copta y, sobre todo, a Miriam la Judía, inventora del *kerotakis*, un vaso en el que el cobre en láminas se exponía a la acción de diversos vapores y que es el origen de lo que hoy conocemos como *baño María*.

Los alquimistas principalmente se aplicaron a la búsqueda de la *piedra filosofal*, capaz de producir la “transmutación” de cualquier metal en oro. En un sentido algo más romántico buscaron la *panacea universal*, un tipo de medicina apta para curar cualquier tipo de enfermedad. Lógicamente, también debía ir acompañada del *elixir de la vida*, que evitaría la muerte. Pero hay un aspecto menos conocido, el de mayor espiritualidad, consistente en lograr la *felicidad perfecta* en el seno de Dios. En la alquimia bizantina los dos primeros se “subliman” hacia el tercero, es decir, la salud material y la felicidad eterna. Según sus intenciones, podemos clasificarlos entonces en los tres tipos clásicos: alquimistas, iatroquímicos y místicos. Los alquimistas tratan de relacionar la teoría con la práctica, centrándose principalmente en los atributos de cada sustancia, siendo el más básico el calor. De la posibilidad de quitar o añadir estos atributos derivaba la *transmutación* de los metales.

3. Algunos autores afirman que la mezcla también llevaba salitre (nitrato potásico). Si fue así, supondría que Calínico fue el inventor de la pólvora.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Como ejemplo, se describe a continuación, para el lector interesado, la receta para llegar a la *piedra* (figura 1) y así poder realizar alguna transmutación casera. No obstante, no le aconsejo que lo intente, pues seguro que fracasará y, probablemente, se intoxicará o lo pondrá todo perdido.



En la alquimia árabe cabe destacar por lo chocante a Abù-al-Hudayl al-Allàf de Basra, del siglo IX, que acepta el planteamiento atomista de Demócrito,

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

y así plantea el problema de cuántos átomos son necesarios, como mínimo, para formar un cuerpo. Según este autor, un cuerpo es lo que posee derecha e izquierda, delante y detrás, arriba y abajo y, por lo menos, consta de 6 átomos (!). Un siglo después, Abu Rasid Sa'íd Ibn Muhammad Ibn Sa'íd al-Nisaburi opina que el átomo tiene una dimensión y que, por lo menos, se necesitan 2 para formar el cuerpo. Estos 2 átomos pueden estar separados sin que exista entre ellos un tercero. Aunque, por el contrario, contempla el vacío, tampoco parece una aportación extraordinaria para el desarrollo de la ciencia.

Estas breves consideraciones sobre la alquimia no pueden acabarse sin mencionar a Hermes Trismegisto, nombre adjudicado por los griegos al dios egipcio Tot, el autor de obras científicas, filosóficas y mágicas, considerado como el padre de la gramática, de la escritura y de la astronomía. El islam asimiló las dos vertientes de este personaje, transformando al dios en un héroe antiguo, dividido en tres personas (de ahí trismegisto). Se le atribuyen innumerables obras de ocultismo que, según la leyenda, fueron comprendidas y traducidas solamente por Apolonio de Tiana, quien la obtuvo de él "tras entrar en su tumba". Es el responsable del *Corpus Hermeticum,* un tratado de 17 volúmenes sobre la doctrina hermética -el más importante y conocido es el titulado *Tabula Smaragdina*- que ejerció una gran influencia sobre los pensadores renacentistas

La alquimia llega a Europa por tres vías diferentes. La primera, y más importante, fue el Califato de Córdoba, al que acudían para formarse muchos de los estudiantes del área mediterránea. La segunda fueron las Cruzadas, que motivaron un interés creciente por las civilizaciones orientales y cuya penetración se hizo a través de Sicilia, donde Miguel Scoto publicó un tratado sobre alquimia llamado *De Secretis*, en el año 1209. La tercera puerta de entrada tuvo lugar a mediados del siglo XII, al traducir del árabe al latín la *Turba Philosophorum*, un anónimo, oscuro y caótico texto (por darle alguna denominación) que se adjudica a Anaxímenes, Empédocles, Sócrates, Jenófanes, etc., que son los que fijan el vocabulario hermético.

Entre los más famosos alquimistas europeos del medioevo merecen destacarse a los de la escuela judía, Salomón ben Maimón (Maimónides), autor de la *Guía de perplejos*, Jacobo ben Mashir (a) Profatius, Salomón Abigdor, Guillermo Corvi, y nuestro Arnau de Vilanova. Este último nació en Valencia a mediados del siglo XIII, y se interesó por la astrología, la oniromancia y la alquimia, por lo que se le considera uno de los más importantes precursores de Paracelso. Sin embargo, el más importante de todos es San Alberto

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Magno, muerto en el año 1280. Alberto se interesó por la alquimia pero seriamente, movido por un profundo sentido científico, con comprobaciones experimentales. Autor de *Los Secretos del Gran Alberto*, llevó a cabo estudios sobre el refinamiento del oro, la acción del ácido nítrico sobre los metales, la preparación de nuevas sales, los estudios sobre el azufre y los compuestos del potasio y sobre el cinabrio. Aún más, realizó trabajos demostrando la falsedad de los aforismos alquimistas como que el oro puro no es tal y que cuando el cobre se expone a los vapores del arsénico no se forma plata, etc. Y, por si todo esto fuera poco, estableció el principio de *Affinitas*, como una especie de "simpatía" selectiva. Este concepto se correspondería con el actual de la *afinidad*. Como consecuencia, establece las bases de la química futura, al emplear un punto de vista racional y científico. Su discípulo, el inglés Roger Bacon, autor del *Espejo de la Alquimia*, aconseja observar la naturaleza y despreciar a los clásicos como Aristóteles. Curiosamente, el autor de la *Summa Teológica*, Sto. Tomás de Aquino, conocido también como "Doctor Angélico", era un gran entusiasta y un gran cultivador de la alquimia. Finalmente, debemos citar a Raimundo Lulio, que basándose en la contemplación de la naturaleza, compartió la afición a la alquimia con su dedicación apostólica.

En el siglo XV, si bien sigue conservando todavía su manto esotérico, la alquimia comienza a evolucionar hacia el descubrimiento de nuevas aplicaciones científicas. Aunque en Europa existieron numerosos "practicantes" conocidos, sin duda el más importante es Basilio Valentín, personaje hasta cierto punto misterioso y del que no se conocen muchos datos sobre su biografía. De entrada, su nombre significa "rey poderoso" o "rey valiente" en el lenguaje hermético. Se sabe que era benedictino, del convento que poseía la orden en Erfurt y que vivió durante las primeras décadas del siglo que nos ocupa. Sus escritos fueron descubiertos en el interior de una columna de la iglesia de la ciudad alemana citada, quedando al descubierto cuando, durante una tormenta, un rayo la partió por la mitad. Escribió entre otras obras:

- *El apocalipsis químico*
- *Las doce llaves de la filosofía*
- *El azote de los filósofos*
- *La luz de la naturaleza*
- *El carro triunfal del antimonio*

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Al menos debemos reconocerle una gran originalidad al elegir los títulos de sus libros. La última obra es la más importante, pues en ella se describen por vez primera las propiedades del antimonio, "el bastardo del plomo", y de sus compuestos. Se le conocía como *regulus* o régulo, que significa "pequeño rey", por su facilidad de combinación con "el rey", es decir, el oro. El cambio al nombre de antimonio "anti-monje" provino de las intoxicaciones, una degeneración grasa del hígado, que sufrieron sus compañeros del convento -muchos de ellos enfermos de la sífilis (¡)-, que fueron tratados por Valentín con sales de este metal.

Pero no todo lo que hizo fue malo, de hecho descubrió las propiedades terapéuticas del oro, algunas de cuyas sales se emplean en la actualidad para el tratamiento de ciertas enfermedades inflamatorias, como la artritis, por lo que podríamos considerarlo como el padre de la química bioinorgánica. También fue el descubridor del ácido muriático (clorhídrico). Basilio Valentín preparó cobre a partir de la calcopirita. Oxígeno "el espíritu del mercurio", calentando el óxido de mercurio rojo y muchos otros compuestos.

Sin embargo, algunos historiadores no aceptan la existencia de Basilio Valentín, indicando que fue la invención de un *salt boiler* de Turingia, llamado Johann Tholde, que fue el que publicó sus libros. Verdadero o falso, la realidad es que con Basilio Valentín se cierra el periodo histórico de la alquimia, ya que los cultivadores posteriores fueron muchos menos e incluso, como Nicolás Guibert, se retractaron públicamente. Además fueron perseguidos y torturados hasta que en el siglo XVII los agrupó de nuevo un tal Rosenkreuz en una sociedad secreta: los Rosacruces. Pero esto es otra historia.

NACIMIENTO DE LA QUÍMICA

Es aceptado, generalmente, que la química como tal se inicia entre los siglos XVI y XVII. La ruptura con los procedimientos alquímicos se declara cuando se recomienda la experimentación y se desprecia la doctrina aristotélica de que el experimento “no es para espíritus superiores”. Pero el cambio de ideología pasó su factura, ya que conllevó la condena de muchos personajes famosos, como Giordano Bruno y el mismo Galileo Galilei, así como la aparición del Cisma de Occidente con las doctrinas de Lutero, Calvino y Erasmo. Los químicos de la época, muchos de ellos, además, eran médicos, atacan las doctrinas de Hipócrates y Galeno y las doctrinas alquímicas. Rompen con el tradicional secreto y trabajan directamente en el

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

laboratorio, sin aceptar la “tiranía de las ideas preconcebidas”, como Pasteur acuñaría años más tarde. Pero tal vez la expresión más clara se deba a Massain: "No conozco otro libro que el cielo y la tierra, la cual es conocida de todos, pues nos es dado a todos conocer y leer tan bello libro".

En consecuencia, se va a impulsar el interés por la química manufacturera. La metalurgia a finales del XVI está prácticamente establecida en su forma actual y, posteriormente, solo se modificarán los detalles técnicos. Debemos citar a Georg Agricola con su obra *De re metalica libri XII,* publicada en Basilea en 1556. Vannoccio Biringuccio, con *De la pirotechnia libri X*, publicado en Venecia en el año 1540, donde se describen los metales no ferrosos y su procedimiento de obtención y *Secreti del Rev. Dommo Alessio Piamontese*, centrado en la preparación de medicinas. Andrés Libanius, autor de *Alquimia*, publicado en Francfort en 1597 y que, en contra de lo que puede inspirar su nombre, es un tratado sobre la nueva química. Bernardo Palissy, con su *Tratado de metales*, es considerado por algunos como el primer profesor de química de Francia. Es de destacar su importante contribución a la cerámica y a la tecnología de los esmaltes.

En el siglo XVI, se produce el cambio de la alquimia a la química científica, cultivada primero por los médicos y posteriormente por los farmacéuticos y que durará hasta el siglo XVIII. Así, se descubrió el ácido sulfúrico, el famoso vitriolo, por calcinación de algunas de sus sales metálicas, denominadas en general vitriolos por su aspecto vítreo. Por ejemplo, el sulfato de cobre es el vitriolo azul y el de hierro el vitriolo verde. También se introduce la noción de espíritu, denominándose así a las partes esenciales de una materia, de forma que el alcohol etílico es el “espíritu del vino” que se obtiene por destilación[4] y el ácido clorhídrico el “espíritu de la sal”, ya que se obtenía al tratar esta con el vitriolo mediante la reacción:

$$2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$$

Pero si existió en este siglo un personaje auténticamente atractivo fue Paracelso. Teophrastus Bombastus von Hohenheim nació en el otoño de 1493, hijo de un médico de la rama bastarda de los Von Hohenheim y al que una mordedura de perro castró en su infancia. Estudió Medicina, Filo-

4. La posibilidad de obtener alcohol fácilmente por destilación a partir del vino hizo que un fraile benedictino preparase un extracto de hierbas en este disolvente y elaborara un delicioso licor azucarado que lleva el nombre de *Benedictine*, que ha permanecido hasta nuestros días y al que el autor es un gran aficionado.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

sofía, Teología y Minería. Despreció los cuatro elementos aristotélicos a la vez que defendía los "principios" de Basilio Valentín: la materia está constituida por mercurio, azufre y sal. Utilizó el apodo de Paracelso desde 1529, año en que publica *Practica*, pareciendo indicar que su obra es superior a la de Celso[5]. En su *Philosophia experimentalis* recopiló los diversos conocimientos de la química y la medicina de su tiempo. Fue un heterodoxo precursor a su época, ya que dijo que el hombre "puede ser un compuesto químico y las enfermedades una alteración de este compuesto". Estableció claramente que los compuestos químicos son útiles para combatir las enfermedades ("no hay venenos, es cuestión de dosis*")*, por lo que en cierta forma podríamos considerarlo como el padre de la química terapéutica.

Tuvo una vida relativamente corta, ya que murió a los 48 años, pudiendo catalogarlo como un genio impresionante en cuanto a conocimientos, actitudes y aventuras. Fue un revolucionario y en un escrito como este no hay espacio suficiente para resumir su vida. No obstante lo anterior, no podemos dejar de citar sus obras *Opus Paramirun, Consilium, Gran Cirugía, Las Siete Defensas, El Laberinto de los Médicos Errantes* y la *Astronomia Magna: oder Philosophia sagax ser Grossen und Kleinen Welt*.

La contribución de Paracelso justifica la consideración aceptada de que la química ha tenido una gran trascendencia en el desarrollo de la medicina.

Hasta mediados del siglo XVII casi todos los experimentos químicos se realizaron por calefacción de líquidos y sólidos, en condiciones aeróbicas o anaeróbicas. La destilación, por ejemplo, fue una de las operaciones mejor conocidas, en las que se recogía un líquido, pero en la que no interesaban los gases o vapores que se desprendían a la atmósfera.

El fenómeno de la combustión no empezó a estudiarse hasta la denominada "época de los gases", ya muy avanzado el siglo XVII y durante el XVIII. Aparte del aire y los de la combustión del azufre, de la madera y del carbón, se conoció el gas de la hulla, que enseguida emocionó a los químicos al poder emplearse como "gas ciudad" para la iluminación. También se sabía que al explotar la pólvora se producían gases, pero tampoco interesó demasiado conocer cuáles.

5. En el año 1450, el Papa Nicolás V descubrió en la Biblioteca Vaticana un manuscrito titulado *De Re Medica*, cuyo autor fue un magnífico médico romano llamado Celsus o Celso (25 a.C.-54 d.C.), cuyo eslogan se basaba en "*La medicina debe ser racional, que debe buscar las causas evidentes y recusar las oscuras"*.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial

Considerado como uno de los fundadores de la química, Juan Bautista van Helmont nació en Bruselas en el año 1577, pero inició sus estudios sobre los gases a principios del XVII. Fue el primero en introducir la palabra "gas", que no es ni más ni menos que la trascripción de la palabra "caos" de Paracelso, y estableció la diferencia entre aire, gas y vapor. Definió tres tipos de gases: el *gas carbónico*, procedente de la combustión del carbón vegetal; el *gas silvestre,* procedente de la fermentación del mosto, y el *gas pingüe,* procedente de la putrefacción. Redescubrió el citado cloruro de hidrógeno "anhidro"[6], los óxidos de nitrógeno, el gas sulfuroso y el anhídrido carbónico formado durante la combustión. Sin embargo, el verdadero desarrollo de la química de los gases se debe a tres químicos, Robert Boyle (1627-1691), Robert Hook (1635-1703) y John Mayow (1641-1679).

El primero de ello demostró que una vela se apagaba rápidamente en una campana cerrada y que los animales no podían vivir en la atmósfera formada durante la combustión, para lo cual tuvo que descubrir la técnica de recoger los gases en una campana o en una botella previamente llenas de agua. Observó que al quemarse los gases reducían su volumen. Boyle también aisló el ácido acético y los acetatos del ácido piroleñoso, obtenido por pirolisis de la madera. Afirmó que la experimentación lógica y la deducción son las bases de la ciencia y del conocimiento

Hook puntualizó que "el aire es el menstruum o disolvente universal de las combustiones" y "la llama es el cuerpo brillante y transitorio de una combustión, compuesta por una mezcla de aire y de las partes de la combustión". Explicó el distinto comportamiento del carbón vegetal al calentarlo en el aire o en una retorta, estableciendo las bases racionales para comprender este proceso.

Finalmente, Mayow fue el primero en asentar la relación entre combustión y respiración; incluso se le ha considerado como un precursor de Lavoisier, adelantándose en un siglo a las ideas de este. Llegó a la conclusión de que el aire contiene el "nitro aéreo" (oxígeno), indispensable para ambos procesos citados y que es el mismo que se combina con los metales para dar "cales" (óxidos). Más tarde indicaría que el aire está compuesto por "nitro aéreo" y otro componente desconocido, el "gas inerte", por considerar que no intervenía en la combustión. En la respiración, los seres vivientes fijan el "espíritu" del aire y si esta tiene lugar en un espacio cerrado, aparece un ai-

6. Entre los químicos se distingue el cloruro de hidrógeno como un gas cuando está seco y como ácido clorhídrico cuando se encuentra disuelto en agua.

© Editorial Tébar Flores. Prohibida la reproducción sin la autorización expresa de la editorial