

HISTORIA DE LA QUÍMICA 1

La historia de la química abarca un periodo de tiempo muy amplio, que va desde la prehistoria hasta el presente, y está ligada al desarrollo cultural del hombre y su conocimiento de la naturaleza. Las civilizaciones antiguas ya usaban tecnologías que demostraban su conocimiento de las transformaciones de la materia, y algunas servirían de base a los primeros estudios de la química. Entre ellas se cuentan la extracción de los metales de sus menas, la elaboración de aleaciones como el bronce, la fabricación de cerámica, esmaltes y vidrio, las fermentaciones de la cerveza y del vino, la extracción de sustancias de las plantas para usarlas como medicinas o perfumes y la transformación de las grasas en jabón.

Ni la filosofía ni la alquimia, la protociencia química, fueron capaces de explicar verazmente la naturaleza de la materia y sus transformaciones. Sin embargo, a base de realizar experimentos y registrar sus resultados los alquimistas establecieron los cimientos para la química moderna. El punto de inflexión hacia la química moderna se produjo en 1661 con la obra de Robert Boyle, *The Sceptical Chymist: or Chymico-Physical Doubts & Paradoxes* (El químico escéptico: o las dudas y paradojas químicofísicas), donde se separa claramente la química de la alquimia, abogando por la introducción del método científico en los experimentos químicos. Se considera que la química alcanzó el rango de ciencia de pleno derecho con las investigaciones de Antoine Lavoisier, en las que basó su ley de conservación de la materia, entre otros descubrimientos que asentaron los pilares fundamentales de la química. A partir del siglo XVIII la química adquiere definitivamente las características de una ciencia experimental moderna. Se desarrollaron métodos de medición más precisos que permitieron un mejor conocimiento de los fenómenos y se desterraron creencias no demostradas.

La historia de la química se entrelaza con la historia de la física, como en la teoría atómica y en particular con la termodinámica, desde sus inicios con el propio Lavoisier, y especialmente a través de la obra de Willard Gibbs.¹

La primera reacción química de importancia que controlaron los humanos fue el fuego. Hay restos datados hace alrededor de 500 000 años que atestiguan el dominio del fuego,² al menos desde los tiempos del *Homo erectus*. Este logro se considera una de las tecnologías más importantes de la historia. No solo proporcionaba calor y luz para alumbrarse, o servía para despejar los bosques o de protección contra los animales salvajes, sino que fue la base para el control de otras reacciones químicas, como las derivadas de la cocción de los alimentos (que facilitaron su digestión y disminuían la cantidad de microorganismos patógenos en ellos) y más tarde de tecnologías más complejas como la cerámica, la fabricación de ladrillos, la metalurgia, el vidrio o la destilación de perfumes, medicinas y otras sustancias contenidas en las plantas. Aunque el fuego fuera la primera reacción química usada de manera controlada, las culturas antiguas desconocían su etiología. Durante milenios se consideró una fuerza misteriosa y mística capaz de transformar unas sustancias en otras produciendo luz y calor. Al igual que se desconocían las causas del resto de transformaciones químicas, como las relacionadas con la metalurgia, aunque se dominaran sus técnicas.

El primer metal empleado por los humanos fue el oro que puede encontrarse en forma nativa, por lo que no necesita transformaciones químicas. Se han encontrado pequeñas cantidades de oro en

algunas cuevas de España usadas en el Paleolítico superior aproximadamente hace 40 000 años. La plata y el cobre también se pueden encontrar en forma nativa en pequeñas cantidades (además del estaño y el hierro meteórico que aparecen en cantidades exiguas) permitiendo un uso limitado de objetos metalísticos en las culturas antiguas.⁴ Las técnicas de esta metalurgia inicial se limitaban a fundir los metales con la ayuda del fuego para purificarlos y dar forma a los adornos o herramientas mediante moldes o cincelado. Pero los metales nativos son escasos y el uso de objetos metálicos no se generalizó hasta que se aprendió a extraer los metales a partir de sus minerales.

Algunos metales pueden obtenerse de sus menas simplemente calentando los minerales en una pira, principalmente el estaño y el plomo, y a mayores temperaturas, en un horno, el cobre; en un proceso de reducción conocido como fundición. Las primeras pruebas de extracción metalúrgica proceden del yacimiento de Çatalhöyük en Anatolia (Turquía), alrededor 6400 a. C.,⁵ y los yacimientos arqueológicos de Majdanpek, Yarmovac y Plocnik, los tres en Serbia, datados en los milenios V y VI a. C. También son notables las fundiciones de cobre encontradas en el yacimiento de Belovode,⁶ con objetos como un hacha de cobre del 5500 a. C. perteneciente a la cultura de Vinča. Se han encontrado más vestigios de los primeros usos de los metales, datados en el III milenio a. C., en otros lugares como Palmela (Portugal), Los Millares (España) y Stonehenge (Reino Unido).

Al principio los metales se usaban por separado o mezclados tal como se encontraban. Al mezclarse el cobre con estaño o arsénico intencionadamente se consiguieron metales de mejores cualidades, las aleaciones denominadas bronce. Con este avance tecnológico surgió la Edad del Bronce. La tecnología relacionada con el bronce fue desarrollada en el Oriente Próximo a finales del IV milenio a. C.,⁸ fechándose en Asia Menor antes del 3000 a. C.; en la antigua Grecia se comenzó a utilizar a mediados del III milenio a. C.; en Asia Central el bronce se conocía alrededor del 2000 a. C. (en Afganistán, Turkmenistán e Irán), y poco después llegaría a China, desarrollándose durante la dinastía Shang. La Edad del Bronce no solo fue el periodo de mayor desarrollo de la metalurgia (en términos de expansión y diversidad) sino que influyó en muchos otros campos al extender el uso de objetos metálicos. La disponibilidad de herramientas y armas fabricadas con un metal más duro y resistente permitió el desarrollo de la agricultura y los grandes ejércitos, y se fomentaron las rutas comerciales para el intercambio tanto de los minerales escasos como de productos terminados. A partir de la Edad del Bronce los pueblos que consiguieron armas de aleaciones y metales más duros se impusieron a sus vecinos.

La extracción del hierro de sus menas es mucho más difícil que la del cobre y el estaño, ya que requiere un proceso de fundición más complejo, que necesita carbón (una fuente de CO) como agente reductor y mayores temperaturas, pero a cambio se consigue un metal más duro y tenaz que el bronce, y mucho más abundante. A diferencia de la producción del bronce que se extendió por el Viejo Mundo a partir de un foco ubicado en el Oriente Próximo las técnicas de fundición del hierro podrían haberse desarrollado multipolarmente en distintas partes del mundo. Existen restos arqueológicos con herramientas fabricadas con hierro sin níquel (prueba de que no es de origen meteórico)^{9 10} en Anatolia alrededor del 1800 a. C.,^{11 12} pero también se han encontrado herramientas del periodo comprendido entre el 1800 a. C. y 1200 a. C. en el valle del Ganges en la India,¹³ y en yacimientos en África datados alrededor de 1200 a. C.^{14 15 16} Las tecnologías siderúrgicas se extendieron desde el Mediterráneo hacia el norte a partir del 1200 a. C., llegando al norte de Europa alrededor del 600 a. C., más o menos en las mismas fechas en las que llegaron a China.¹⁷

La mayoría de los métodos de extracción y purificación de metales usados en la Antigüedad se describen en la obra de Plinio el Viejo, *Naturalis Historia*. Además de describir las técnicas intenta explicar los métodos y hace observaciones muy precisas sobre muchos minerales.

Además de la metalurgia el uso del fuego proporcionó a los humanos otras dos importantes tecnologías derivadas de transformaciones físico-químicas, la cerámica y el vidrio, cuyo desarrollo ha acompañado al hombre desde la prehistoria hasta el laboratorio moderno. Los orígenes de la cerámica datan del Neolítico cuando el hombre descubrió que los recipientes hechos de arcilla, cambiaban sus características mecánicas e incrementaban su resistencia frente al agua si eran calentados en el fuego. Para controlar mejor el proceso se desarrollaron diferentes tipos de hornos, y cada cultura desarrolló sus propias técnicas y formas.

En Egipto se descubrió que recubriendo la superficie con mezclas de determinados minerales (sobre todo mezclas basadas en el feldespato y la galena) la cerámica se cubría con una capa muy dura, menos porosa y brillante, el esmalte, cuyo color se podía cambiar añadiendo pequeñas cantidades de otros minerales o variando las condiciones de aireación del horno. Estas tecnologías se difundieron rápidamente. En China se perfeccionaron las tecnologías de fabricación de las cerámicas hasta dar con la porcelana en el siglo VII. Durante siglos China mantuvo el monopolio en la fabricación de la porcelana, y en Europa se desconocía como fabricarla hasta el siglo XVIII gracias a Johann Friedrich Böttger.

Relacionado con el desarrollo de la cerámica, aparece el desarrollo del vidrio a partir del cuarzo y carbonato de sodio o carbonato de potasio. Su desarrollo igualmente empezó en el Antiguo Egipto y fue perfeccionado por los romanos. Su producción masiva a finales del siglo XVIII instó al gobierno francés a premiar mediante concurso un nuevo método para la obtención del carbonato sódico ya que la fuente habitual (las cenizas de madera) no proporcionaba cantidades suficientes como para cubrir la creciente demanda. El ganador fue Nicolas Leblanc aunque su proceso cayó en desuso en favor del proceso de Solvay, desarrollado medio siglo más tarde, que impulsó enormemente el desarrollo de la industria química.

Las sociedades antiguas usaban un reducido número de transformaciones químicas naturales como las fermentaciones del vino, la cerveza o la leche. También conocían la transformación del alcohol en vinagre, que usaban como conservante y condimento. Las pieles se curtían y blanqueaban sumergiéndolas en orina añeja (cuya urea se transforma en amoníaco cuando se almacena largo tiempo) o soluciones de palomina (que contiene ácido úrico); y también se usaba su capacidad blanqueante con las manchas persistentes de los tejidos.¹⁸ Además tenían conocimiento del proceso de saponificación; los primeros registros de fabricación de jabones datan de Babilonia alrededor del 2800 a. C.¹⁹

Los filósofos intentaron racionalizar por qué las diferentes sustancias tenían diferentes propiedades (color, dureza, olor...), estaban en diferentes estados (fluidos o sólidos) y reaccionaban de diferente manera ante los cambios del medio, por ejemplo frente al agua, el fuego o al ponerse en contacto con otras sustancias. Estas observaciones les impulsaron a postular las primeras teorías sobre la química y la naturaleza de la materia. Estas teorías filosóficas relativas a la química pueden encontrarse en todas las civilizaciones antiguas. Un aspecto común de todas ellas era el intento de

encontrar un número reducido de elementos primarios que se combinarían entre sí para formar todas las demás sustancias de la naturaleza. Solían tratarse de sustancias conocidas como el agua, la tierra, la madera o el aire/viento, y formas de energía como el fuego o la luz, además de conceptos abstractos como el éter o el cielo. Varias civilizaciones diferentes coincidieron en muchos de estos conceptos, incluso entre culturas sin contacto, por ejemplo los filósofos griegos, indios, chinos y mayas consideraban que el agua, la tierra y el fuego eran elementos primarios, aunque cada una de estas culturas incluía uno o dos elementos diferentes más en su propio listado.

En la Grecia Clásica alrededor del 420 a. C. Empédocles afirmó que toda la materia estaba formada por cuatro sustancias elementales: tierra, fuego, aire y agua. En sintonía con esta creencia la escuela hipocrática sostenía que el cuerpo humano estaba formado por cuatro humores. Posteriormente Aristóteles añadió a los cuatro elementos clásicos el éter, la quintaesencia, razonando que el fuego, la tierra, el aire y el agua eran sustancias terrenales y corruptibles, y que como no se percibían cambios en las regiones celestiales, las estrellas y planetas no debían estar formados por ellos sino por una sustancia celestial e inmutable.²⁰ En sus obras Física y Metafísica Aristóteles desarrolla sus conceptos duales de «sustancia y accidente», «esencia y forma», «acto y potencia» para explicar los cambios de la naturaleza, incluidas las transformaciones de la materia. Sus ideas sobre la composición y transformaciones de la materia, y el resto del funcionamiento de la naturaleza, se convirtieron en las predominantes tanto en Occidente como en Oriente Medio, influyendo en sus culturas durante dos milenios.

Las teorías iniciales sobre el atomismo se remontan a la Antigua Grecia y la Antigua India.²¹ El atomismo griego se inició con los filósofos Leucipo de Mileto y su discípulo Demócrito alrededor del 380 a. C., que propusieron que la materia estaba compuesta por diminutas partículas indivisibles e indestructibles, denominadas por ello átomos (del griego ἄτομος «sin partes», «que no se dividen»). Afirmaciones similares fueron realizadas por el filósofo indio Kanada en sus textos de la escuela Vaisheshika en un periodo cercano.²¹ También los jainistas de la época tenían creencias atomistas. Alrededor del 300 a. C. Epicuro postuló un universo formado por átomos indestructibles en el cual el hombre debía alcanzar el equilibrio. El filósofo Lucrecio trató de explicar la filosofía epicúrea al público romano en su obra del 50 a. C.,²² *De rerum natura* (Sobre la naturaleza de las cosas).²³ En esta obra Lucrecio presenta los principios del atomismo, las teorías sobre la naturaleza de la mente y el alma, y explicaciones para los sentidos y el pensamiento, el desarrollo del mundo y los fenómenos naturales.

Tanto los atomistas griegos y romanos como los de la India carecían de datos empíricos que respaldaran sus creencias. Sin estas pruebas, a sus adversarios les resultó fácil negar sus tesis. En Occidente el atomismo nunca consiguió formar parte de la opinión mayoritaria de la época. Aristóteles se opuso a la existencia de los átomos en el 330 a. C. y su autoridad en el pensamiento occidental hizo que las ideas atomistas quedaran postergadas durante siglos, hasta bien entrada la Edad Moderna.

La alquimia (del árabe الخيمياء [al-khīmiyā]) es una antigua práctica protocientífica y una disciplina filosófica que combinaba elementos de la química, la metalurgia, la física y la medicina con la astrología, la semiología, el misticismo y el espiritualismo. La alquimia fue practicada en

Mesopotamia, el Antiguo Egipto, Persia, la Antigua Grecia, el imperio romano, los califatos islámicos medievales y en la India, China y Europa hasta el siglo XVIII, por una compleja diversidad de escuelas y sistemas filosóficos que abarcaron al menos 2.500 años.

La alquimia se define como la búsqueda hermética de la piedra filosofal (una sustancia legendaria capaz de transmutar los metales en oro o de otorgar la inmortalidad y la omnisciencia), cuyo estudio estaba impregnado de misticismo simbólico y era muy diferente de la ciencia moderna. Los alquimistas trabajaban para hacer transformaciones a nivel esotérico (espiritual) y exotérico (práctico).²⁴ Estos aspectos exotéricos protocientíficos de la alquimia fueron los que contribuyeron a la evolución de la química en el Egipto greco-romano, la Edad de Oro del islam y después en Europa. La alquimia y la química comparten su interés por la composición y las propiedades de la materia, y con anterioridad al siglo XVIII no había distinción entre ambas disciplinas.

La alquimia aportó a la química la invención y desarrollo de gran parte del instrumental de laboratorio. Los primeros alquimistas occidentales, que vivieron en los primeros siglos de nuestra era, ya inventaron algunos equipamientos y procesos usados posteriormente por la química. El baño maría, o baño de agua para calentar controladamente, lleva el nombre de María la Judía considerada una de las fundadoras de la alquimia. En sus obras también aparecen las primeras descripciones del tribikos (un tipo de alambique de tres brazos) y del kerotakis (un dispositivo para recoger vapores).²⁶ Cleopatra la Alquimista describió los métodos de fundición y destilación de la época, algunos le atribuyen la invención del primer alambique.²⁷ Cuando la disciplina se desarrolló en el mundo islámico, la infraestructura experimental que estableció Jabir ibn Hayyan influiría en los procedimientos de los demás alquimistas islámicos, y posteriormente en Europa cuando se tradujeron al latín sus textos.

En su búsqueda de la piedra filosofal los alquimistas descubrieron y aprendieron a purificar muchas sustancias químicas como el alcohol, el amoníaco, la sosa cáustica, el vitriolo, el ácido muriático (clorhídrico), el ácido nítrico, el ácido cítrico, el ácido acético, el ácido fórmico, el arsénico, el antimonio, el bismuto y el fósforo, entre otras.

Los intentos prácticos de mejorar el refinado de las menas minerales y la extracción de los metales a partir de ellas fue una importante fuente de información para los químicos del siglo XVI. Entre ellos destaca Georgius Agricola (1494-1555), que publicó la gran obra *De re metallica* (Sobre los metales) en 1556. En su obra se describen los procesos de la época en minería, extracción de los metales y metalurgia, ya muy complejos y desarrollados. Por ejemplo la obra describe la diversidad de tipos de altos hornos usados para la fundición de las menas minerales. Aborda el tema eliminando el misticismo que tenía asociado anteriormente, creando una base práctica que otros pudieran desarrollar, y estimuló el interés por los minerales y su composición. No es casual que mencione y use como referencia en numerosas ocasiones al autor de la antigüedad Plinio el Viejo y su obra *Naturalis Historia*. Se ha calificado a Agricola como el padre de la metalurgia.

En 1605, Francis Bacon publicó *The Proficiency and Advancement of Learning* (La capacidad y progreso del aprendizaje), una obra científico-filosófica que contiene una descripción de cómo debería ser la práctica experimental que posteriormente se conocería como el método científico. En 1605 Michal Sedziwój publicó el tratado alquímico *Novum Lumen Chymicum* (La nueva luz de la

química), que propone por primera vez la existencia en el aire de un «alimento para la vida», que posteriormente se reconocerá como el oxígeno (al principio aire desflogistizado). En 1615 Jean Beguin publicó *Tyrocinium Chymicum* (La práctica de la química), el primer libro de texto de química, donde aparece la primera ecuación química. En 1637 René Descartes publicó *Discours de la méthode* (El discurso del método), un ensayo que basa la investigación científica en los cálculos matemáticos y la desconfianza en los hechos no probados.