

## **Química en retrospectiva**

### **Parte 1: Origen y evolución**

Dr. Esteban L. Ravaschino

Agrofina S.A. Joaquín V.González. 4977. C.A.BA.

e-mail: [eravaschino@agrofinacom.com.ar](mailto:eravaschino@agrofinacom.com.ar)

Recibido el 01/07/11

Aceptado el 15/07/11

#### **Resumen**

Como toda ciencia básica, la química, en su antigüedad y amplitud, nos inhibe de identificar su origen exacto, tanto asociado a una civilización en particular como en un tiempo determinado. Es que lo que hoy conocemos como química fue gestándose desde los inicios del hombre y creciendo, junto con su saber general, a medida que éste aprendía a manipular los elementos de la naturaleza que lo rodeaba.

En esta sección pretendemos asomarnos brevemente al desarrollo de los acontecimientos que fueron dando lugar a la construcción de esta ciencia, desde los tiempos más remotos en la forma de habilidades adquiridas para manipular algunos componentes de la naturaleza al servicio del hombre, pasando por la alquimia, hasta llegar a su establecimiento como ciencia formal.

A lo largo de este recorrido iremos deteniéndonos en hitos importantes como el descubrimiento de los elementos químicos, distintos compuestos relevantes u otros acontecimientos fundamentales o fundacionales.

Iniciaremos nuestro recorrido en la prehistoria e iremos avanzando cronológicamente a lo largo de las distintas épocas, sin pretender ser exhaustivos pero sí intentando contextualizar los acontecimientos que fueron construyendo esta ciencia.

**Palabras clave:** química- historia- alquimia

## **Chemistry in retrospect**

### **Part 1. Origin and evolution**

#### **Abstract**

Due to its antiquity and extension, Chemistry, alike all basic sciences, unable us to identify its exact origin. Either related with a particular civilization or at a given time. What we know now as Chemistry was brewing since the beginning of the human being history and grew, along with his general knowledge, as man learned to manipulate the elements of the surrounding nature. In this section we intend to peek briefly at the developments that were leading to the construction of this science, from the earliest times in the form of skills acquired to manipulate some components of nature to serve man, passing through alchemy, up to its establishment as a formal science.

Throughout this tour we will stop at important milestones as the discovery of chemical elements, other relevant compounds or other major events.

We will start our journey into the prehistory, going forward chronologically along the ages and trying not to be exhaustive but to contextualize the events that contributed to build this science.

**Key words:** *Chemistry – Alchemy. History*

### **La prehistoria**

Cuando se habla del dominio del fuego como el inicio de una era, nada puede ser más cierto. Si bien su beneficio inmediato fue la posibilidad de combatir el frío y cocinar los alimentos, facilitando así su digestión y destruyendo posibles contaminaciones bacterianas, también es cierto que se abrió la puerta de acceso a la manipulación química de la naturaleza en general.

Sin embargo, recién unos 10.000 años antes de Cristo el ser humano, fue capaz de desarrollar nuevas habilidades que involucraban cambios físicos y químicos en la materia, promovidos por el calor. Así, en el período neolítico apareció la cerámica y, más tarde, en el período calcolítico, la metalurgia a través de la fundición y manipulación del cobre y posteriormente del bronce. Finalmente, la vidriería surgió antes del 1.000 a.C. Estas técnicas pueden considerarse, junto con la cocción de los alimentos y la elaboración de colorantes y perfumes, como las primeras aplicaciones derivadas de la manipulación intencionada de la naturaleza en beneficio del hombre.

Podemos decir, sin temor a equivocarnos, que en la prehistoria, el aprendizaje de las técnicas antes mencionadas estaba despojado de toda búsqueda de respuestas a preguntas sobre el funcionamiento de la naturaleza, sino que tenían ciertamente un objetivo práctico. Por otro lado, es el momento al que se remonta el descubrimiento de los primeros elementos químicos, casi todos ellos metales (cobre, oro, plata, hierro y estaño) y, probablemente, el carbono en la forma de carbón vegetal. Sin embargo, pasarían siglos hasta que el hombre tomara conciencia de que se hallaba ante elementos químicos en su estado natural.

### **La antigüedad**

Ya en la antigüedad, paralelamente al desarrollo de las habilidades puramente técnicas, existía también un interés por explicar los elementos de la naturaleza y las fuerzas que guiaban los cambios en ellos. Precisamente, el término *elemento* tenía, en sus orígenes, un significado más amplio del que tiene el término *elemento químico* al que hoy estamos tan acostumbrados. Esta transformación, o mejor dicho, evolución del significado del término *elemento* tiene su paralelo en la química. Es por ello interesante intentar dilucidar también los orígenes del término *química*, ya que la aparición de una actividad con identidad propia está indefectiblemente asociada a la necesidad de nombrarla. Esta actividad, estaba asociada en sus orígenes a las artes ocultas u oscuras, ya que a falta de conocimientos en los que basarse, la observación de los cambios ocurridos en ciertos procesos químicos llevó a encontrar como toda explicación la magia y el poder divino. Así es como Plutarco nos refiere

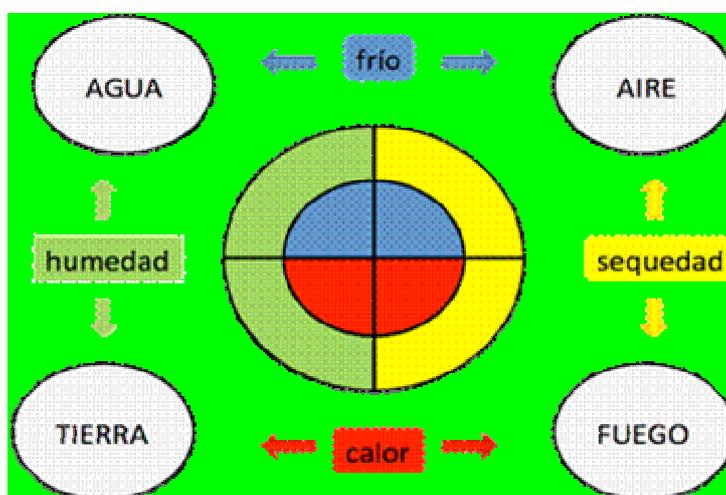
que el término *Chimia*, derivación griega de los términos egipcios *Chema* o *Chemi*, eran utilizados por los últimos para denominar un tipo de suelo compuesto por tierra negra, y también al iris del ojo, como símbolo de lo oscuro y oculto. El término cóptico *Khems* o *Chems* significa oscuro u oculto y, también relacionados a éstas, la palabra árabe *Chema* significa *esconder*. De hecho, los egipcios, reservaban la práctica de estas artes ocultas a ciertos curas, a quienes les estaba prohibido trasmitirlas a nadie, salvo al heredero al trono y a otros sabios en la materia, es decir otros alquimistas. Además de los egipcios, muchas otras sociedades antiguas cultivaban la alquimia de manera similar, como los caldeos, chinos, judíos y algunos pueblos arios de la India. Sin embargo, la tradición entre los alquimistas rezaba que el origen de este arte se encontraba en Egipto y que su fundador había sido Hermes Trismegistus, dios del arte y de la ciencia. Debemos recordar aquí que se trataba de la ciencia de lo oculto y nada tenía que ver con lo que entendemos por ciencia en la actualidad, sino todo lo contrario. La mayoría de los pueblos de la antigüedad tenían una gran incapacidad para ver regularidades en la naturaleza en general y en particular en los procesos de transformaciones químicas. Los estudiosos en la materia dedicaban su tiempo a experimentar y registrar los fenómenos en escritos, muchas veces confusos, atribuyendo lo observado a fuerzas sobrenaturales. O sea, su experimentación era puramente exploratoria y en ningún caso diseñaban sus experimentos para contrastar los resultados obtenidos con alguna teoría elaborada a raíz de la observación.

Los griegos, en cambio, se encontraban en el polo opuesto. La idea de la experimentación de los alquimistas no se conjugaba con la idea de filosofía vigente en la Grecia antigua. Contrariamente a éstos, los primeros filósofos intentaban explicar la naturaleza mediante distintas teorías que elucubraban sin contrastación experimental alguna. Sus teorías sobre la naturaleza eran ejercicios intelectuales que no se sometían a otra prueba más que las críticas de otros filósofos, pero nunca a experimentos para corroborarlas o refutarlas. Llega a ser notable como a través de la pura argumentación filosófica, Demócrito formuló una teoría atómica de la materia de asombrosa similitud a la de Dalton, unos 2.200 años antes. Tomando la idea de su predecesor Leucipo, de que toda materia estaba formada por partículas minúsculas e indivisibles que sólo difieren en tamaño y posición, la expandió y formuló una teoría completa que predicaba que los átomos tienen propiedades de masa, forma y tamaño, y que esas propiedades son las que determinan su comportamiento y apariencia. Más aún, la existencia del mundo y del ser humano tenía su origen en estos átomos y las combinaciones debido a sus propiedades y no en la acción de los dioses ni de fuerzas sobrenaturales. Esto último le valió, como ha pasado innumerables veces en la historia, el rechazo y la censura de la mayoría de los ancianos griegos quienes creían que todos estos hechos estaban determinados por los dioses del Olimpo.

Fuera del atomismo de Demócrito y Leucipo, existían los llamados pluralistas, quienes tomando la cosmología indo-aria basada en la clasificación del mundo físico en cinco elementos asociados a los sentidos humanos: tierra (olor), aire (tacto), agua (gusto), fuego (vista) y éter (oído); afirmaban que el universo estaba compuesto de distintas sustancias

básicas que la componían. Para algunos había una principal y otras secundarias. Para Empédocles eran tierra, aire, agua y fuego, por igual, los elementos básicos que componían el universo todo. Estos elementos se interpenetraban y combinaban en distintas proporciones para formar la materia, tanto animada como inanimada, y las fuerzas que gobernaban las uniones y disociaciones eran Amor y Discordia, respectivamente. A pesar de la carga religiosa de esta teoría, en la que el Amor era representado muchas veces por la diosa Afrodita, podemos ver en ella una similitud con las teorías modernas en las que se explica la interacción entre la materia en términos de fuerzas de atracción (Amor) y repulsión (Discordia). También es cierto que la teoría de que todos los materiales presentes en la naturaleza son combinaciones de cuatro elementos básicos se desprendía de la observación y de una clasificación lógica según ciertas propiedades de la materia, como el calor y la humedad. Esto era mucho más intuitivo que la teoría de Demócrito, derivada de argumentaciones filosóficas. Era razonable, en una época en la que era imposible observar o deducir mediante experimentos el comportamiento de la materia a escala atómica (en el sentido que hoy tiene la palabra), que los elementos básicos de la naturaleza fueran las expresiones máximas de cada una de las cuatro combinaciones de las dos propiedades mencionadas arriba: fuego (seco y caliente), agua (húmedo y frío), aire (húmedo y caliente) y tierra (seco y frío).

Más tarde, cuando ya las ideas atomistas habían sido dejadas completamente de lado, Aristóteles, tomando de Empédocles la clasificación de la materia en los cuatro elementos básicos, elaboró una teoría acerca de la materia en la que postuló que estos cuatro elementos no son, en realidad, los componentes últimos de las sustancias de la naturaleza. La misma está, en cambio, formada por lo que llamó *materia prima*, y los elementos (teóricos dentro de este esquema) representan las cuatro cualidades fundamentales que le confieren las propiedades a la *materia efectiva* dándole las distintas formas particulares a la *materia prima*. A su vez, al tratarse de un cambio de formas y no un cambio esencial, era posible una transformación de la materia mediante la sustitución de una de las cualidades por la opuesta. (Figura 1)



**Figura 1.** Interconversión de los elementos

Según este esquema, los elementos podían interconvertirse uno en el otro si se cambiaba una de alguna de las cualidades que los definía. Si bien, según Aristóteles, esa interconversión ocurría en raras ocasiones, esta idea bastó para sentar los antecedentes filosóficos de los que los alquimistas llamarían luego la transmutación de los elementos.

Fuera de este mundo, en el mundo celestial, Aristóteles concibió un quinto elemento: el éter. Este elemento, también conocido como quinta esencia, era independiente de los otros cuatro y era la materia de la que estaba formada el eterno e incorruptible mundo celeste.

### **Las bases de la alquimia**

Como dijimos antes, los antiguos filósofos griegos no sometían a pruebas experimentales sus teorías. Fueron los alquimistas, ya en los comienzos de la era cristiana, los que se dedicaron a estudiar y poner en práctica la transmutación de los elementos, si bien esto no implicaba poner a prueba la teoría sino buscar realizar en la práctica lo que se daba por sentado. El interés principal de los alquimistas estaba puesto en la transmutación de los metales y, principalmente los metales básicos en oro.

Esto no le quita importancia a la gran cantidad de experimentación y, en algunos casos, registros que se llevaron a cabo y fueron contribuyendo al saber empírico general. Eran los alquimistas, también, los que aplicaban su pericia química a fines más prácticos que involucraban procesos químicos como la metalurgia, vidriería, perfumería, teñido, etc.

La clasificación y denominación de compuestos químicos se realizaba por sus propiedades físico-químicas cuando se suponía que se estaba en presencia de una sustancia pura. Algunas de estas “sustancias” coincidían con lo que hoy se sabe que son compuestos químicos puros y otras se trataban de mezclas homogéneas identificadas con ciertas características particulares.

### **Conocimientos químicos de la antigüedad**

#### ***Elementos y compuestos***

Los metales conocidos e identificados desde la antigüedad eran el oro, plata, estaño, hierro, cobre, plomo y mercurio. Las primeras referencias que se conoce de estos elementos provienen del poeta griego Homero (unos nueve siglos antes de la era cristiana). También en la Biblia se ha hecho mención a ellos. Estos metales eran extraídos de minas y, de hecho, la palabra metal deriva del término griego mettalaw, que tiene que ver con el hecho de “ir detrás” de los mismos. Muchos de éstos eran conocidos, como mencionamos antes, desde la prehistoria. Probablemente, la extracción de metales haya comenzado con los que se encontraban en su estado elemental como el oro y el cobre, atrayendo la atención del hombre por su brillo natural.

El desarrollo de procesos químicos en este rubro comenzó con la necesidad de separar los metales puros de los minerales originales en los que se encuentran combinados con otros elementos, mayormente oxígeno y azufre. Es decir que una de las primeras reacciones químicas que se utilizaron en un proceso químico fue la de reducción para generar el metal

puro a partir de sus óxidos o sulfuros respectivos. En este proceso jugaba un papel clave otro elemento: el carbono, cuya fuente era casi exclusivamente el carbón vegetal. El carbón cumplía el doble papel de reductor para completar la reacción de óxidoreducción y el de proporcionar la energía necesaria para que esta se llevara a cabo a través de su combustión.

Se cree que una de los primeros minerales tratados de esa manera fue la Malaquita (carbonato de cobre II) conocida en el Medio Oriente desde el quinto milenio antes de la era cristiana y utilizada, sobre todo por los egipcios, como pintura cosmética. Sin embargo, su nombre deriva se origina en la isla de Chipre (*Cyprus*) de donde lo importaban los romanos quienes lo bautizaron *cyprum*, y posteriormente *cuprum*. En realidad, el cobre se encontraba muy extendido en distintas formas minerales y por eso fue uno de los primeros metales con mayores usos prácticos, como la fabricación de armas y herramientas. La plata, en cambio, se hallaba junto con el plomo en el mineral Galena (sulfuro de plomo II) y el proceso de extracción era un poco más complicado. En éste la plata se podía recuperar como una aleación con plomo por calentamiento, separándose el azufre de la aleación fundida, y luego eliminándolo por mayor calentamiento. La plata pura se podía obtener por un proceso llamado cupelación en la cual se funde la aleación de plata y plomo en un crisol de arcilla, el último es oxidado por la acción de un chorro de aire y se separa de la plata fundida. Este proceso se conoce probablemente desde el tercer milenio antes de la era cristiana y era aplicado también a la purificación de oro, mediante el agregado de plomo al metal impuro. El estaño en su forma pura tiene, en cambio, un origen impreciso. En parte porque no se diferenciaba claramente del plomo y en parte porque se encontraba formando parte del bronce, cuyo componente principal es el cobre. Por otro lado el término *bronce* no refería a una única aleación, sino a una aleación de cobre con distintos metales, además del estaño, como antimonio, arsénico o zinc, metales que no fueron identificados hasta muchos siglos después de su uso en los distintos bronce, que reemplazaron al cobre por su mayor facilidad para moldearlo gracias a su menor punto de fusión. Así es como los romanos consideraban al plomo y al estaño como variedades del mismo metal, llamándolos *plumbum nigrum* y *plumbum candidum*, respectivamente.

El mercurio metálico se conocía en China y en India debido a que se encontraba formando pequeñas gotas en la superficie del mineral llamado cinabarita (sulfuro de mercurio), el cual, al igual que los egipcios, molían y usaban como colorante dado su intenso color rojo. Luego de estos hallazgos, fácilmente se descubrió que el calentamiento favorecía el desprendimiento de este metal líquido o plata líquida (*hydrargyrum*) del mineral de origen.

Si bien el hierro se conocía desde hacía tiempo, gracias a la presencia de meteoritos, su uso no reemplazó al del bronce hasta que no avanzaron las técnicas de fundición, logrando más altas temperaturas unos 1.000 años a.C, en Medio Oriente. La principal razón de esto es el elevado punto de fusión del mismo (1.535 °C) respecto del cobre (1.083 °C) y del bronce (800 -1.000 °C). Por otro lado no se podían obtener buenos filos y los objetos fabricados con el metal puro se oxidaban fácilmente y no eran lo suficientemente duros para funcionar como armas o herramientas. Recién unos siglos más tarde se descubrió que el agregado de carbón al hierro al rojo le confería dureza, aunque no fue hasta entrada la era cristiana, con hornos

más grandes y de mayor temperatura cuando comenzó la producción de acero con hierro de fundición. Así es como rápidamente proliferaron las espadas y dagas de acero que tanto sirvieron a las legiones romanas de los comienzos de la era cristiana.

Además de los óxidos y sulfuros mencionados se conocían una serie de sales y minerales con usos particulares como pigmentos o aditivos para vidrios. El *verdigris* (acetato de cobre II) era fabricado a partir de vino depositado sobre platos de cobre y mayormente utilizado como pigmento por su intenso color verde azulado. Otros pigmentos conocidos eran el plomo blanco (un mineral compuesto por carbonato e hidróxido de plomo II), plomo rojo (tetróxido de plomo, óxido mixto de plomo II y plomo IV), estibinita (sulfuro de antimonio) utilizado para oscurecer cejas y pestañas por su color gris plomo y los sulfuros de arsénico oropimente (sulfuro de arsénico III, color amarillo nacarado) y realgar (sulfuro de arsénico IV, de colores que van del amarillo al rojo), muy utilizados por los romanos. En la manufactura del vidrio eran conocidos la pirolusita (Óxido de Manganeso IV), utilizada por los egipcios en vidriería para decolorar. Como colorantes eran conocidos el carbonato de zinc, de muy diversos colores según su estructura cristalina, azurita (hidroxicarbonato de cobre II) y azul de Egipto (un silicato de cobre II y calcio) para vidrios azules, asbolita (un mineral de cobalto) para azul oscuro, minerales de hierro para el verde y bindehimita (un mineral de plomo y antimonio) para el amarillo. El carbonato de sodio era utilizado para bajar el punto de fusión de la arena a partir de la cual se fabricaba el vidrio. La soda y la potasa (hidróxido de sodio y potasio, respectivamente) eran utilizados también en la manufactura de vidrio, como blanqueadores de ropa y para saponificar grasas y aceites, lo que ya se hacía desde tiempo remotos utilizando cenizas de madera.

En cuanto a elementos no metálicos ya hemos mencionado al carbono y también conocían el azufre, que era subproducto de la reducción de los metales contenidos en minerales azufrados. Uno de los usos que se le conoce es el de desinfectante.

La lista de compuestos orgánicos que se conocían es mucho más reducida. El único ácido que se conocía era el acético, del vinagre, muy utilizado como solvente. El otro compuesto es obviamente el etanol, contenido en las bebidas alcohólicas obtenidas por fermentación frutal, y precursor del primero.

### **Operaciones**

Una vez más aparecen los egipcios como pioneros en el desarrollo de tecnología en el campo de la química. Se cree que los perfumistas egipcios del segundo milenio antes de la era cristiana desarrollaron las técnicas de destilación, extracción y sublimación. Se sabe que en la época en la que reinaba el Faraón Tutmosis III (1400 a.C.) la cosmética egipcia era más que importante: los perfumes eran a base de aceites y se obtenían directamente por extracción de los aceites frutales, o bien por extracción de las esencias presentes en flores o maderas perfumadas mediante aceites o grasas animales.

## Conclusiones

En este breve recorrido desde la prehistoria a los comienzos de la era cristiana hemos dado un vistazo a los orígenes del pensamiento, la experimentación y las aplicaciones tecnológicas de una química en proceso de gestación.

En el próximo capítulo intentaremos adentrarnos en la era de esplendor de la alquimia, indagando los avances y retrocesos, descubrimientos y teorías surgidas antes de que evolucionara en la ciencia que hoy conocemos y llamamos química.

## Bibliografía

- *A Short History of Chemistry*, F.P. Venable. D.C. Heath & Co., 1894
- *Panorama general de historia de la ciencia*, El mundo antiguo: Griegos y Romanos, A. Mieli, Espasa-Calpe, 1945.
- *A Short History of Technology*, T.K. Terry and Trevor I. Williams, Dover Publications, Inc., 1993
- *A Brief History of Chemistry*, M. Ridenour, A.W.S.N.A, 2004.
- *Breve historia de la filosofía occidental*, A. Kenny, Paidós, 2006.



ISSN 1666-7948

[www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar](http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar)

Revista **QuímicaViva**

Número 2, año 10, Agosto 2011

[quimicaviva@qb.fcen.uba.ar](mailto:quimicaviva@qb.fcen.uba.ar)