ITI.FRANCISCO JOSE DE CALDAS
QUIMICA INORGANIACA

Historia del material de un laboratorio químico



15 febrero, 2017 por Beatriz Pradillo

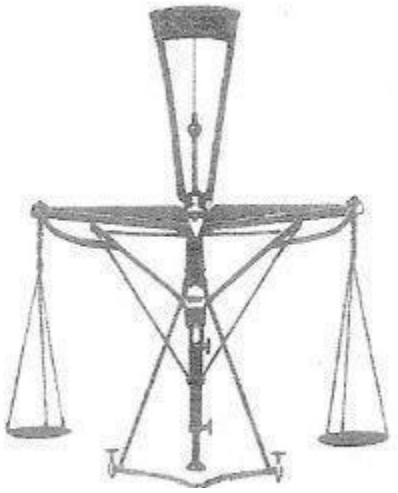
Si echamos la vista atrás, a un pasado de varios miles de años, en los comienzos de la historia existían oficios como el teñido de textiles, preparación de aceites, jabón y otros cosméticos, elaboración de cerveza y otros muchos oficios, donde encontramos química. En realidad, **la química como ciencia está a sólo unos siglos de antigüedad, aunque tiene un precursor de mil años: la alquimia**, un empeño deliberadamente humano para lograr una finalidad práctica científicamente basada en nociones aristotélicas relativas a la materia. La alquimia es de particular interés, debido a que, el laboratorio químico es el verdadero taller de la experimentación gracias a los alquimistas, ya que ellos introdujeron la experimentación en la investigación. No cabe duda de que la química se desarrolla a partir de la alquimia, aunque hubo momentos, sobre todo el siglo pasado, donde era bastante difícil de reconocer lo que era química de lo que no, ya que el esfuerzo para transformar un elemento en otro, el objetivo para el cual los alquimistas trabajaron de manera constante durante siglos y siglos, parecítremendamente absurdo.

En cuanto al origen del nombre, la palabra original no era *alquimia*, sino que durante el período helenístico



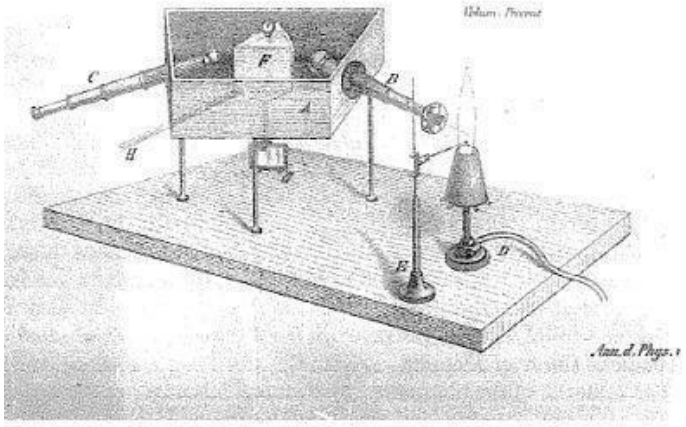
fue *Khemia*, cuando la aspiración de hacer oro nació de la extraña pero permanente unión de la filosofía aristotélica y un amplio conocimiento práctico en el Egipto conquistado por los griegos. Se supone que proviene de la palabra copta *Kemi* usada en el antiguo Egipto, aunque esta etimología es controvertida ya también existen otras explicaciones aceptadas. De todos modos, cuando los árabes conquistaron la región, simplemente añadieron el artículo «*al*» antes de la palabra, y la "fabricación de oro" se conoció en toda Europa como alquimia. Ya en los siglos XVI y XVII, los científicos comenzaron a experimentar en laboratorios, no con el objetivo de hacer de oro, sino para reunir conocimientos sobre los fenómenos de la naturaleza, por lo que, quitarían el prefijo «*al*» con el fin de establecer una distinción entre ellos y los alquimistas que, por aquel entonces, se habían convertido en simples charlatanes, lo que probablemente no sabían es que de esta forma volvían al antiguo nombre original de la alquimia. El misterioso aspecto de los laboratorios alquimistas era un recordatorio de tradiciones míticas orientales, pero su equipamiento real era en gran parte de origen práctico, tomado de los artesanos quienes fundían metales, destilaban aceites aromáticos, filtraban soluciones de colorantes y evaporaban soluciones salinas. **Los alquimista**s usaban operaciones similares en sus experimentos, pero **redujeron adecuadamente el tamaño de los equipos artesanales para satisfacer sus propósitos**: diseñaron hornos y vasos pequeños, crisoles, matraces y aparatos de destilación. Muchos dibujos, encontrados

en los pocos manuscritos alquimistas griegos existentes, lo corroboran. Sin embargo, el nombre del presunto inventor del baño de agua que sirve para la evaporación lenta, es único que se conoce: María la Judía. Nada más se sabe acerca de ello, aunque el término baño maría (o baño de María), se sigue utilizando en el presente.



Centremos ahora nuestra atención en la balanza, el instrumento más antiguo de medición conocido, amplias referencias de ella se encuentran en fuentes de origen sumerio, babilonio y egipcio. Puesto que, leemos con frecuencia en libros sobre la historia de la química declaraciones que fue Lavoisier quien introdujo las balanzas en la experimentación química, **es necesario subrayar que las balanzas han sido siempre accesorios esenciales de laboratorio y se encuentran en prácticamente todos los grabados y pinturas que representan laboratorios medievales.**

La química no se desarrolló a partir de "crear-oro" solamente. La química analítica, una de sus ramas importantes, tiene otro ancestro muy antiguo: ensayo (o análisis). El control de calidad en el comercio siempre ha sido de gran importancia y un deber en muchos casos. Fue particularmente importante con los metales nobles, utilizados como dinero, ya que la falsificación es tan antigua como el propio dinero. Y los métodos de control son igualmente de antiguos. Al ser un método cuantitativo, las balanzas requerían pesar masas de oro o plata obtenidas por ensayo. Un ejemplo de la importancia de las balanzas se menciona en un decreto emitido por el rey húngaro Carlos I en 1342 y que se describe con gran detalle en un orden de el rey de Francia Felipe VI, "*la balanza utilizada para la prueba debe ser de buena construcción, precisa. La prueba debería llevarse a cabo en un lugar donde hay ni el viento ni el frío, y el que lleva a cabo la prueba debe tener cuidado de no carga el equilibrio al respirar sobre ella*". Esto demuestra que las balanzas empleadas en ese momento debían haber sido bastante sensibles si la respiración podría tener cualquier efecto en ellas.



The first spectroscope of Bunsen and Kirchhoff

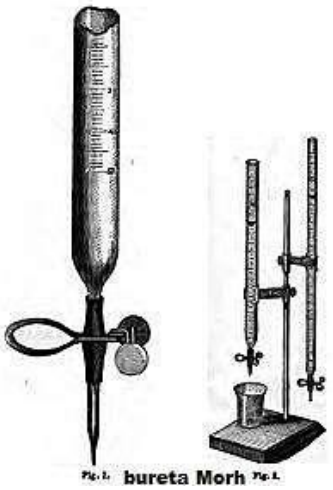
Las demandas a la sensibilidad de las balanzas de hicieron cada vez más graves con el desarrollo de la química analítica. La balanza descrita en el libro de Pfaff, «*Handbuch der analytischen Chemie*» publicado en 1821, indicaba de 1 mg a una carga de 10 g. **El microanálisis moderno sólo fue posible con la construcción de microbalanzas**. La microbalanza diseñada por el Nobel de Química Fritz Pregl en 1913 tiene una sensibilidad de milésimas de miligramo, lo que permite el análisis de una muestra en miligramos, abriendo así, nuevas posibilidades en la investigación biológica. **Junto a la balanza, el instrumento de medida cuantitativa más antigua de la química era el areómetro. Fue descrito por primera vez por el alquimista griego Synesios que vivió en el siglo IV**: *«Es un tubo cilíndrico en el que las líneas horizontales están marcados para medir la profundidad a la que se sumerge en el líquido. Para mantenerlo en posición vertical en el líquido, un pequeño peso es unido a su extremo inferior «*. Un manuscrito del siglo VI, titulado *De ponderibus et mesuris*, también se describe un instrumento similar denominado hydroscopium (hidroscopio). Posteriormente, el areómetro cayó en el olvido y fue Boyle quien redescubrió su uso. Durante varios siglos, ningún cambio se produjo en el equipo del laboratorio químico. **En el siglo XVIII, sin embargo, un simple pero ingenioso aparato, el soplete, hizo su aparición y se convirtió en altamente significativo en el progreso de la química.** Johann Kunckel fue el primero en describirlo en su libro titulado «*Ars vitraria experimentalis oder vollkommene Glasmacherkunst*«, publicado en 1679, y también en señalar su aplicabilidad para fines analíticos. En el siglo XVIII existían verdaderos artistas del soplete. Muchos libros fueron escritos en ese siglo en relación con el tema, siendo la más importante el trabajo integral de *Torbern Bergman* titulada «*De Tubo feruminatorio*«. Bergman fue profesor de la Universidad de Uppsala y su libro apareció en 1779. Berzelius también escribió un libro sobre el soplete en

1820 bajo el título «*Afhandling om blasrorets anwandande i kemien och mineralogien*«, donde escribe sobre un contemporáneo, Gahn, que lleva a cabo tal habilidad en esta técnica que fue capaz de detectar el cobre en las cenizas de una hoja de papel, un hallazgo interesante, ya que nadie había pensado antes que la materia vegetal podría contener cobre. En los siglos XVIII y XIX, los siguientes elementos fueron descubiertos por medio del soplete: cobalto, níquel, manganeso, wolframio, tántalo, y en parte cadmio y telurio. En las primeras décadas del siglo XIX, varios intentos fueron hechos por Harkort, Plattner y otros para desarrollar un método cuantitativo basado en el tamaño de la masa de metal obtenida. Sin embargo, estos esfuerzos no tuvieron éxito, debido, en parte, a que al mismo tiempo surgía el método más extendido y más exitoso de la química analítica: el análisis volumétrico o titulación.

Teniendo en cuenta las diversas instrumentadas y automatizadas formas del moderno **análisis volumétrico**, parece increíble lo primitivos que fueron sus inicios. **Este método proviene desde la industria, no desde la ciencia, por ello, los científicos no lo tuvieron en cuenta durante mucho tiempo, ya que se consideró que no era un método adecuado para las investigaciones científicas**. Y de hecho tenían razón: hasta que los conceptos de masas atómicas y masas equivalentes no se establecieron, hasta que estos valores no fueron determinados con precisión y exactitud, y esto no se produjo hasta mucho más tarde, el análisis volumétrico sólo era adecuado para determinadas tareas industriales.

La titulometría (volumetría) comenzó en el siglo XVII con el equipo más primitivo imaginable: Francis Home, en 1756, necesitaba una cucharilla de té. En ese tiempo el blanqueo de tejidos de algodón era uno de los problemas más importantes en el rápido progreso de la industria textil mecanizada. Los tratamientos de las telas para homogeneizar su superficie antes de la aplicación del color y evitar así un estampado desigual, requerían exponer los tejidos durante largo tiempo (meses) al aire libre en grandes extensiones, pero esto no era factible con las grandes cantidades producidas en telares mecánicos. El problema se resuelve mediante un proceso químico: el blanqueamiento, que se basaba en la inmersión alternativa en soluciones de potasa y ácido sulfúrico. Sin embargo, era de gran importancia tener algún método para controlar la concentración del ácido sulfúrico, porque si el ácido era demasiado fuerte, se destruía el tejido junto con las impurezas. Home escribió en su libro titulado «*Experiments on Bleaching»* su invención en la forma de controlar la fuerza del ácido: «*para descubrir los efectos que el ácido tendría sobre estas cenizas y la cantidad que destruiría, de la que yo podría ser capaz de formar algún juicio de la cantidad y la fuerza de la sal que contenían, tomé un dracma de cenizas y derramé sobre ellas una mezcla de una parte de ácido sulfúrico y seis partes de agua, lo que llamo mezcla ácida. Una efervescencia se levantó, y antes que se terminara, fueron requeridas 12 cucharadas de la mezcla. Esta efervescencia con cada cucharada de la mezcla ácida era violenta, pero no duró mucho*". Este fue el método de Home para medir la fuerza de una sal alcalina de una cantidad pesada, por neutralización, con una cantidad medida de ácido de concentración conocida. **En esta descripción se manifiesta que dispone de todos los elementos esenciales de equipos de titulación: tenía una solución estándar, un dispositivo para medir la volumen de la solución utilizada** (la cucharilla de té)**, y un medio para punto final indicación** (o el cese de la efervescencia).

El equipo que sigue estando en uso en volumetría fue desarrollado por el químico francés Descroizilles, fue él quien dio los nombres de pipeta y bureta a los dispositivos utilizados. Descroizilles más tarde modificaría la forma de su bureta, y Gay-Lussac le daría la forma con la que se mantuvo en uso durante largo tiempo. La primera bureta con llave (que, sin embargo, estaba hecha de metal) fue desarrollada por Etienne Henry en 1846. Las buretas con llave de vidrio se introdujeron solo 10 años más tarde, por Friedrich Mohr. **Las buretas siguen siendo las herramientas más importantes de la volumetría** y todas sus modificaciones instrumentales consisten esencialmente en la indicación del punto final, en la terminación automática de la operación y en registrar los resultados.

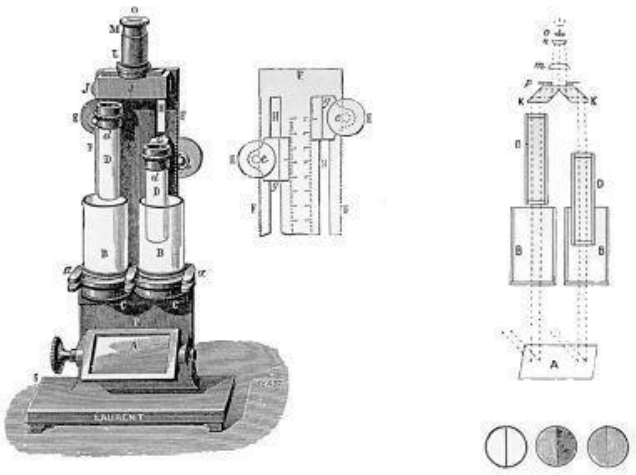

bureta Morh

Con la volumetría, el progreso de laboratorio basada en la química llegó a su fin; todos los nuevos acontecimientos en los instrumentos y dispositivos para el análisis químico provienen de otros campos de la ciencia, sobre todo de la física. La primera rama de la física de la que los químicos hacen uso fue la óptica. En el siglo XVIII se descubrió el microscopio y la química, para sus propósitos, hizo

intentos de conocer sobre la naturaleza de las sustancias a partir de sus formas cristalinas. Por medio del microscopio de Marggraf se demostró la identidad del azúcar de remolacha y caña de azúcar. En la última década del siglo, un químico ruso, Tobias Lowitz desarrolló todo un sistema para el análisis cualitativo basado en formas cristalinas y en los cambios que tienen lugar bajo el efecto de los reactivos. Su sistema no tubo ningún éxito en particular. En el presente, el microscopio raramente se utiliza en los laboratorios de análisis, lo mismo sucede con su versión moderna, el microscopio electrónico. En cuanto a análisis cualitativos, las pruebas de solución llevadas a cabo en los tubos de ensayo desarrollados por Berzelius habían resultado ser mucho más convenientes y fiables.

La práctica cotidiana demostró que la intensidad de color de las soluciones dependía de la cantidad de sustancia contenida en ellos, y este fenómeno podría ser utilizado para determinaciones cuantitativas. Los inicios eran muy primitivos de nuevo. Carl Heine, en 1845, vertió volúmenes iguales de soluciones que contenían cantidades crecientes de bromo en tubos de ensayo iguales y determinó la concentración de la solución desconocida por simple visual comparación. Posteriormente varios colorímetros fueron diseñados, utilizando la iluminación,espejos y otros dispositivos físicos para aumentar la precisión de comparación. Los más conocidos fueron los de Müller (en 1853), de Dehm (en 1864) y de Duboscq (en 1870).

El colorímetro de Duboscq se muestra en la figura de la izquierda: Aquí la densidad de color de lasolución desconocida se midió directamente por comparación con un patrón solución. La luz pasa a través de dos prismas de vidrio de modo que la mitad de una circular placa estaba iluminada por la luz que pasa a través de la solución de la muestra, y la otra mitad por la luz que pasa a través de la solución patrón de referencia. Por movimiento los prismas se podía obtener un color idéntico en toda la placa.



Una revolución en el análisis cualitativo se produjo por el análisis espectral. A pesar de que su historia comenzó con Newton, que comprobó que el espectro del Sol se descompone en el espectro del arco iris, del rojo al violeta, tuvo que esforzarse en demostrar que los colores eran los constituyentes de la luz blanca, posteriormente, se pudo comprobar que cada color correspondía a un único intervalo de frecuencias o longitud de onda. El primero en sospechar que el color líneas en los espectros podrían indicar la presencia de elementos definidos fue Talbot, un científico británico, en 1826. Él construyó un espectroscopio primitivo consistente en una fuente de luz detrás de una pantalla con una hendidura estrecha y de un prisma. Los años siguientes trajeron investigaciones interesantes por Swan en Gran Bretaña y de Alter en USA. **El éxito completo se alcanzó, sin embargo, por Bunsen y Kirchhoff, con su espectroscopio**. Los dos eran famosos científicos en 1859 cuando salieron con su espectroscopio, por lo que este hecho en gran medida contribuyó a la gran atención que se reunió en su anuncio, en contraste con los de los numerosos precursores mencionados y no mencionados. Así, comprobamos que el rápido éxito de un nuevo método o instrumento no sólo depende en su valor, sino también de la importancia de la persona que lo presenta.



En este caso, sin embargo, el éxito espectacular del espectroscopio no impidió que Bunsen y Kirchhoff fueron acusados de plagio, aunque era indudable que su instrumento era, con mucho, más eficaz que

cualquiera de sus predecesores, y que fueron los primeros en interpretar la diferencia entre líneas de emisión y absorción correctamente. El prestigio de su invención se incrementó en gran medida ya que el año siguiente Bunsen descubrió dos nuevos elementos por su propios medios: rubidio y cesio. Este éxito fue seguido por otros científicos que descubrieron el indio, talio y galio, y finalmente se coronó el éxito mediante el descubrimiento de helio en el espectro del sol (su presencia en la tierra fue descubierta después). Bunsen y Kirchhoff modificaron y mejoraron el modelo original varias veces. Pronto el espectroscopio se convirtió en un instrumento producido en serie, no solo para investigaciones científicas sino que también encontraría su sitio en laboratorios de instituto.**En principio, el espectroscopio solo era adecuado para el análisis cualitativo; más tarde su desarrollo hizo que fuera adecuado para determinaciones cuantitativas**. Tomó, sin embargo, un tiempo muy largo hasta que los problemas asociados con la medición y grabación de las intensidades de las líneas espectrales estuvieron solucionados. Muchos investigadores participaron en este desarrollo y muchas decepciones llegaron de seguir pistas falsas. El espectacular significado de la espectroscopía fue que se podían determinar cantidades más pequeñas en orden de magnitud que las determinadas por otros medios conocidos.

El material de los equipos en los laboratorios químicos no ha cambiado tanto durante siglos: cerámica y vidrio, metales (sobre todo hierro) se encontraban al corriente en laboratorios de los alquimistas; después, desde el siglo XVIII en adelante, los crisoles de níquel y plata entraron en uso. **Un cambio significativo fue, únicamente, debido por el platino, metal que era importado a Europa desde América del Sur en este siglo; su nombre proviene de su apariencia semejante a la plata**. Durante mucho tiempo, los químicos no fueron capaces de disolver o fundirlo. Los estudios de platino comenzaron hacia el final del siglo XVIII; Antal Ruprecht, profesor de Hungarian Mining Academy en Selmecbánya fue el primero en derretirlo. Su procesamiento, sin embargo, fue un problema durante algún tiempo, aunque se hicieron muchos intentos. Klaprot hace mención de crisoles de platino en 1802. Un método satisfactorio para la forja del platino se desarrolló finalmente en Inglaterra por Villiam Hyde Wollaston, que hizo una fortuna por ello en los años veinte del siglo XIX. Los vasos de platino fueron de gran ayuda para los químicos en el análisis de minerales, utilizando procedimientos cada vez más sensibles, ya que, al fin, al disponer de un material, con el que no problemas de impurezas, podrían tratar la muestra.

Pero el mayor invento del siglo XIX con un efecto inmenso en el el progreso de la sociedad humana es la corriente eléctrica, nació en 1800 a partir electroquímica con la columna de la famosa Volta. Los efectos químicos de la la corriente eléctrica se observaron pronto: en los mismo año Cruishanks estableció que los metales se depositan por la corriente eléctrica en el polo negativo. Tomó mucho tiempo, sin embargo, hasta este hallazgo se utilizara en química analítica por el científico estadounidense Josiah Willard Gibbs, que desarrolló la electrogravimetría en 1864. El platino fue de gran importancia como el material del electrodo; ya que en los inicios un crisol de platino común serviría como electrodo. Los diversos métodos de valoración electroquímica se inventaron a finales del siglo XIX, no muchos instrumentos particulares tuvieron que ser desarrollados para estos métodos: el existente equipamiento del laboratorio químico sólo tuvo que ser complementado con instrumentos tales como voltímetros, amperímetros y similares. Y así hemos llegado finalmente a nuestra edad, a la segunda mitad del siglo XX, principios del XXI. Una dramático cambio se produjo en la aparición del laboratorio analítico durante el período de los últimos 50 años, ¿pero como es el aspecto de un laboratorio actual a día de hoy?: resplandecientes instrumentos electrónicos, luces vibrantes, equipos y ordenadores que pueden imprimir los resultados. Sin embargo, en algún lugar detrás de todos estos instrumentos, los mismos procesos químicos que tienen lugar en los laboratorios tradicionales, pero que generan señales que luego serán grabadas y procesada por los instrumentos y potentes ordenadores, con frecuencia de forma automática de tal manera que no se requiere la intervención humana.

Fuentes F. S. ZABADVARY. The History of Chemical Laboratory Equipment. Department of General and Analytical Chemistry, Technical University, Budapest.

Imágenes: Wikipedia Imagen bureta de Mohr: dicci-eponimos.blogspot.com.es/2009/12/bureta-de-mohr.html
Imagen colorímetro de Duboscq: www.ugr.es/~museojtg/instrumento80/ficha_esquema.htm