

EL FÓSFORO O EL COMIENZO DEL ESPIONAJE INDUSTRIAL

Parece ser que los problemas energéticos no surgen precisamente con las revoluciones industriales o en el siglo XX; el hombre siempre quiso poseer todo aquello que produjera energía, luz o algo por el estilo. Pues bien, el fósforo tiene esa propiedad que originará su nombre, pero hasta llegar al mismo le ocurrieron numerosas vicisitudes.

La primera referencia en la que posiblemente aparece este elemento es a través de los escritos de Alchid Bechir, el cual destilando orina con arcilla, cal y carbón, obtiene un residuo que llama **CARBUNCULUS**, nombre de la traducción latina del árabe, efectuada por los filósofos medievales. También aparece con el nombre de **BONA LUNA**. Esto ocurría a finales del primer milenio de la era cristiana. Los latinizados **CARBUNCULUS** o **BONA LUNA**, hacen referencia a un carbón en brasa que ilumina o algo que luce en la oscuridad. Sin embargo todos estos conocimientos se olvidan o se pierden en los siglos venideros. Tendrán que transcurrir por lo menos 600 años hasta que muchos de estos conocimientos medievales árabes vuelvan a desarrollarse en Europa.

No era éste el único compuesto que brillaba en la oscuridad. El precursor de nuestro fósforo fue el llamado **PHOSPHORUS DE BAUDOIN**, sustancia obtenida de forma desconocida por un oscuro sabio de Saxe, Baudoin. Al parecer con tiza y nitro, evaporando a sequedad conseguía un residuo higroscópico y al destilarlo, la parte líquida resultaba un buen remedio para curarlo todo (el llamado espíritu del mundo), mientras que el residuo lucía en la oscuridad. Juan Kunkel, hijo de un alquimista del duque de Holstein, pretendió adquirirlo visitando a Baudoin, sin lograr que le revelara su secreto; ahí nació su interés por buscar la fuente de la luz. Al fin consiguió tener una muestra que enseñaba orgullosamente a sus amigos.

La historia del **CARBUNCULUS** vuelve a comenzar en Hamburgo en 1669. Un médico aficionado a la alquimia, Heinrich Brand, había leído en una obra traducida de los alquimistas árabes (Alchid Bechir) que la piedra filosofal, que todo lo transformaba en oro, era un elemento propio de la orina. Como la materia prima estaba muy a su alcance, evapora a sequedad orina fuera del contacto del aire, calentando el residuo a temperatura elevada, previo tratamiento con cal. Con gran asombro el producto obtenido resplandece con luz propia en el fondo de la retorta, pero sin ser calentado, era una luz fría: un fuego frío. Por eso lo llama **KALTES FEUER** (fuego frío), en principio. Después, en un arrebató egocéntrico, **MEIN FEUER** (mi fuego).

¿Y qué es de Krafft, su verdadero divulgador? Pues, después de un recorrido que le lleva hasta América del Norte, se va a Inglaterra, presentando "su descubrimiento" en la corte de Carlos II. Allí lo ve Boyle, que escribió entusiasmado: "...como las chispas sin causar ningún daño a la alfombra turca en que yacían, continuaron brillando un buen rato". Intenta la misma experiencia a partir de la orina y lo rebautiza con el nombre de **NOCTILUCA AERIAL**, pues la noctiluca es un protozoo que emite luz al ser estimulado, pero su habitat es el mar.

Boyle será el primero en divulgar la preparación del fósforo en forma de solución o suspensión acuosa en su "The Aerial Noctiluca" de 1680 y en forma sólida en "The **ICY NOCTILUCA**". Su ayudante Ambrosio Godfrey Hanckewitz decide montar una fábrica a partir de la orina, consiguiendo suministrárselo a toda Europa durante varios años. Sin embargo Godfrey mantuvo durante 50 años el secreto de su preparación y solamente en 1735, ya octogenario, la reveló a J.H.Lampe, médico de la corte inglesa. A pesar de todo, el propio Godfrey creía que el fósforo era un jabón orináceo; pretendía haber obtenido un fósforo diferente del de Brand, Kunkel y Krafft, que era "untuoso y opaco", mientras que el suyo era "duro, transparente y glacial".

Al enterarse de la existencia de una sustancia luminiscente, el alquimista de cámara del Gran Elector de Brandenburgo, nuestro conocido Kunkel, intenta apoderarse de la misma por cualquier método, incluso acude a un intermediario amigo suyo de Dresde, un tal Krafft, el cual, previo pago de 200 talers debería hacerse con el secreto de la fórmula. La operación no llega a realizarse porque Kunkel se entera antes que Brand la había obtenido de la orina. Repite la experiencia y la consigue gratuitamente, cosa que también hace Krafft, quien el 24 de abril de 1676, a las nueve de la noche y con todas las velas apagadas, la presenta como algo suyo, en la corte del Gran Elector Federico Guillermo, con el nombre de **FUEGO PERPETUO**. Allí, un espectador de excepción, el médico de la corte, Elsholz, lo bautiza por sus características especiales como **PHOSPHORUS**, derivado del griego **PHOS** (φῶς), luz y de **PHERO** (φέρω), llevar. O sea que sería portador de luz. De ese nombre derivan todos los usados en Europa.

Este nombre originará la denominación inglesa, así como el francés **PHOSPHORE**, el danés y alemán **PHOSPHOR**, el griego **PHOSPHOROS**, el italiano **FOSFORO**, el español **FÓSFORO**, el euskera **FOSFOROA**, el holandés, polaco y serbocroata **FOSFOR**, el galés **FFOSFFORWS** entre otros.

La idea del fósforo como el de una piedra que produce luz que ilumina en la oscuridad, es tomada por los japoneses, que lo representan por dos ideogramas; el de roca, y el de fuego fatuo, ilusión luminosa, todo ello con el nombre de **LING**: ese mismo nombre lo identifica en chino.

Uno de los problemas que presenta el fósforo y que propaga interesadamente Krafft, es su peligrosidad por el carácter inflamable que tenía. Curiosamente, los rumanos lo toman como piedra que produce fuego, y le aplican el nombre árabe dado al azufre: **CHIBRIT**.

No terminan ahí los problemas del fósforo. Kunkel despechado por el éxito de Krafft, escribe un libro en 1678, en el que se atribuye la paternidad del descubrimiento. He aquí una frase extraída del mismo: "... *sobre esta luz prodigiosa descubierta por mi con increíble desazón y esfuerzo...*". Este autoelogio, le vale una pensión vitalicia del duque de Hannover, así como el título de barón de Loewenstein, que le concede el rey Carlos XI de Suecia, a cuyo servicio había pasado.

Ya tenemos al fósforo convertido en la atención de las cortes y gobiernos europeos a finales del XVII. No sólo van a sentir curiosidad por él los gobiernos, médicos y químicos, hasta el filósofo y matemático Leibniz que había asistido a unas conferencias de Brand en la corte del duque Juan Federico de Hannover, lo va a preparar en gran escala, con la colaboración "urinaria" de toda la guarnición de Hannover.

No fue considerado un elemento químico hasta 1772, sino una sustancia que transportaba luz, descubierta por Brand, Krafft y Kunkel, por eso el símbolo del mismo, propuesto y usado por Dalton en 1810, era un círculo dividido en 3 segmentos iguales significando la participación de los 3 descubridores y primeros divulgadores.

¿Por qué Brand obtiene fósforo de la orina?

La respuesta la da primeramente a mediados del siglo XVIII, Marggrafe:

"Un alquimista diría que la sustancia sería engendrada por el cuerpo del hombre, pero así como los vegetales nos sirven de alimento, parece lógico que en ellos esté el origen del fósforo de nuestro cuerpo".

Realmente, el fósforo desempeña un papel fundamental en el hombre no solamente por formar su estructura ósea [Ca₃(PO₄)₂], sino también a través de los enlaces P-O, de los ortofosfatos, difosfatos y trifosfatos, cuyas respectivas interconversiones e hidrólisis, almacenan, absorben o liberan la energía intercambiada en las reacciones químicas de nuestro organismo. Esta diferencia energética se debe

fundamentalmente a la diferente estabilidad de las estructuras citadas, ya sea por resonancia, ya por repulsiones electrónicas de los enlaces π pd, establecidos entre el fósforo y el oxígeno. Igualmente podríamos decir de sus sales alcalinas (NaH_2PO_4) que regulan el pH sanguíneo hasta un valor de 7,4. Si se modificara hasta valores por debajo de 7, moriríamos. Por eso lo liberamos en forma de sales alcalinas y alcalinotérreas del ácido ortofosfórico (H_3PO_4), a través de la orina. Si ésta fuera alcalina, precipitarían las sales alcalinotérreas y se podría obtener directamente por desecación, esto fue lo que realizó Brand, al tratarla con cal (CaO).

La receta química "mejor guardada del siglo XVII", o método de Kunkel para obtener fósforo, estaba constituida por las siguientes reacciones o procesos:

- a) Una descomposición térmica y desecación: $\text{Na}(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4 + \text{Q} = \text{NaPO}_3 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- b) Una doble sustitución, a través de la arena (sílice): $2\text{NaPO}_3 + \text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$
- c) Una reducción con carbón, del fósforo (V): $\text{P}_2\text{O}_5 + 5\text{C} = \text{P}_2 + 5\text{CO}$

¿Por qué el fósforo produce luz?

La luminiscencia del fósforo fue estudiada por primera vez por Boyle, en 1680, que ya reparó que sólo se producía en presencia del aire. También observó que el aire olía después de cierto tiempo de exposición del fósforo. Esos hechos y otros muchos no mencionados, así como el análisis espectroscópico de los gases producidos, han permitido determinar el origen de la luminosidad y las reacciones químicas que la generan. La molécula tetraédrica de P_4 se oxida espontáneamente con el oxígeno de aire, formando diferentes óxidos de fósforo PO , PO_2 , P_2O_4 , P_2O_5 , cuya excitación molecular produce la reemisión energética responsable de la fosforescencia. Debido a la formación de distintos estados energéticos intermedios metaestables, al aparecer formas moleculares diversas, esta reemisión energética se produce cierto tiempo después de la excitación, lo que caracteriza la fosforescencia, diferenciándola de la fluorescencia. En una de estas reacciones se producirá oxígeno atómico que al combinarse con el molecular formará ozono responsable del olor característico notado por Boyle.

Esta tendencia a que un sólido como el fósforo, cuyas moléculas están unidas por fuerzas débiles de Van der Waals, produzca compuestos volátiles que se combinan con el oxígeno de forma violenta con liberación energética hasta formar llamas, es el origen de los fuegos fatuos o misteriosos que a veces se observan en los terrenos pantanosos y húmedos; generalmente producidos al inflamarse la fosfina (PH_3) que se forma en la putrefacción de las proteínas y reducción bacteriana de los fosfatos de los suelos.

