

# EL ARSÉNICO, EN LA LENGUA, EN LA HISTORIA Y EN LA SOCIEDAD

## El arsénico en la antigüedad

El arsénico ha sido uno de los elementos tristemente más mencionados durante la edad media e incluso moderna, aunque fuera conocido antes por chinos, romanos, griegos y todavía antes, por los babilonios. Así en la biblioteca de ladrillos cuneiformes del palacio de Asurbanipal en Nínive (668 a.C.), se describe prácticamente el sulfuro de arsénico. Los griegos usaron el actual óxido de arsénico (III) como depilatorio<sup>1</sup>, y no podemos olvidar que 4000 años antes de la era cristiana el arsénico intervenía en la elaboración de los primeros bronce. Sin embargo el arsénico va a divulgarse en las civilizaciones primitivas a través de compuestos o sustancias que contenían dicho elemento, que por su color (amarillo o dorado) y aspecto (polvillo), pudieran favorecer la conversión de los metales en oro, y por lo tanto, entrará de lleno dentro del campo de la alquimia, como medio para la elaboración de la pílora de la inmortalidad, la conclusión de la Gran Obra o búsqueda de la piedra filosofal para transmutar los elementos de partida, en oro. Las tres sustancias claves son: una resina de madera, conocida como SANDARACA, nombre derivado del sánscrito CANDRARAGAH (de color rojo brillante) procedente de RAGA (color rojizo) y CANDRA (resplandeciente), el REJALGAR (con el significado persa y después árabe de "polvo de caverna"), y el OROPIMENTE (AURIPGMENTUM, de los latinos, cuyo nombre indicará su uso). Todas ellas se pueden reducir a polvos de color amarillo o rojizo; ésa fue la clave, pues eran capaces de ejercer un efecto de colorante. Precisamente, Plinio explica como "hacer oro", con oropimente, método empleado incluso por el emperador Caius, para satisfacer sus necesidades económicas.

La alquimia china en textos que datan del 122 a.C. nos presenta al oro en el centro de la Tierra, en relaciones místicas con el CHU (rejalgar), el "mercurio amarillo" y la vida futura. Estas sustancias eran las fuentes amarillas necesarias para obtener, a través del oro, la pílora de la inmortalidad. Dioscórides, médico griego del siglo I d. C. es el primero en rebautizar a la sandaraca oriental, como **ARSENIKÓS**, refiriéndose a lo que más tarde sería el arsénico rojo.

Zósimo el Panapolitano (IV d. C.) recopiló en su libro Ymout todos los conocimientos químicos de épocas anteriores tomados en la biblioteca de Alejandría. En él menciona al elemento como **SEGUNDO MERCURIO**, indicando su preparación a partir del sulfuro, el conocido oropimente. También obtiene la plata a partir de cobre por adición del **SEGUNDO MERCURIO**.

Contemporáneo de Zósimo, el llamado Pseudo Demócrito; Demócrito el Mistagogo, en sus múltiples recetas para hacer oro, sitúa en el mismo nivel a la SANDARACA, el ARSENICUM y el KINNABARI, como polvos necesarios para obtener el oro, a partir de otros metales.

Olimpiodoro, intitulado "Filósofo de Alejandría", embajador del imperio romano frente a Atila, describe el **ARSÉNICO BLANCO**, y lo emplea para combatir plagas de ratones. Mucho más tarde, en 1733, Brandt lo identificaría como una especie de cal de arsénico. Sin embargo suele atribuirse la primera obtención de arsénico puro a Alberto Magno, a mediados del siglo XII, tratando oropimente con jabón.

En la filosofía de la alquimia, el arsénico representaba también el principio de lo masculino. Debe recordarse que según la teoría dual de los dos contrarios, ya en el taoísmo, la masculinidad, o principio activo de unas sustancias se contraponía a la feminidad de otras. Para los chinos y orientales el arsénico, rejalgar y sandaraca eran prácticamente lo mismo, y cumplían la misma misión. Se supone que Demócrito a la hora de bautizar el arsénico, se vio influenciado por las ideas orientales. Ahora bien, la masculinidad del arsénico era diferente, pues se combinaba (esto se determinó más tarde) con un elemento que se había considerado como masculino tal como el azufre, formando el oropimente y el rejalgar. Esta unión, motivó por contraposición, un cambio filosófico en el comportamiento del azufre, que griegos y árabes habían considerado masculino.

## Arsenio ( nombre de varón) y arsénico ¿tienen el mismo origen?

No es de extrañar por lo tanto que según determinadas teorías su nombre actual derive del griego **ARSENIKÓS** (αρσενικός), que a su vez lo podría hacer de la voz **ARSEN** y **ARREN** (αρρην), con el significado del principio viril en contraposición con lo femenino. A su vez **ARSEN** y **ARREN**, lo hacen del avéstico **ARESAN** y del indoiranio **ARASAN**, término referido al macho como opuesto a la hembra, pero no al macho reproductor **VARESAN**, del cual en último término derivaría el verraco castellano y el concepto de varón, tal como el nombre de Arsenio. Así tenemos al indoeuropeo como punto de partida remoto del **ARSÉNICO** español, **ARTSENIKO** euskera, que lo harían de forma inmediata del **ARSENICUM** latino. El inglés **ARSENIC**, el alemán y serbocroata **ARSENIK**, así como el polaco **ARSEN**, o el checoslovaco **ARZEN** tienen el mismo origen.

---

<sup>1</sup> El arsénico por su elevada afinidad para con el azufre se fija en las proteínas capilares en su mayor parte queratinas cuya estructura semirígida se debe especialmente a los puentes disulfuro. La unión As-S rompe los enlaces S-S, modifica la estructura de las queratinas facilitando la caída del cabello. Todavía se podía comprar en las farmacias, a principios del siglo XX, la Rusma o pasta depilatoria de los turcos, a base de cal viva y oropimente, y el "depilatorio Plenck", con composición análoga al anterior, pero al que agregaban almidón.

Sin embargo, en los libros de la alquimia hebrea, aparece el arsénico como **ZARNĪKH**, término que se repite en la mayoría de los textos, con la modificación **ZIRNIKH**, (manuscrito de Manchester) que los lingüistas hacen derivar de la voz persa **ZARNIK** (casi dorado)<sup>2</sup>, que tendría que referirse a sus minerales, siendo el equivalente del oropimente o sulfuro de arsénico. De ese manera el oropimente que se empleaba para colorear el oro, sería a través de las denominaciones alquímicas, el otro posible padre etimológico del **ARSENIC/ ARSÉNICO**, lo cual parece demostrarse en el propio manuscrito de Manchester, proposición 139, cuando menciona al arsénico como **AZARNIKOS**, y posteriormente como **ASIRNIQO**. Como todo ello tiene su origen en el avéstico (Indoeuropeo) **ZARI**, también será el indoeuropeo la raíz primitiva, propagándose a través del árabe.

En chino, el arsénico es **SHEN** y como se puede observar, es un nombre fonético formado por la segunda sílaba de **ARSEN**, por eso en sus ideogramas se representa con el símbolo de piedra, reservado paradójicamente a los no metales, y el fonético que representa el sonido **SHEN**.

En el mundo árabe, la idea sobre el arsénico cambia, y por lo tanto sus nominaciones. Rhases, el alquimista árabe del siglo IX, en la primera clasificación sistemática de las sustancias químicas conocidas, lo cataloga como piedra. Avicena, un siglo más tarde, en su libro "De congelatione et conglutacione lapidum" en el que también aparece una clasificación de los cuerpos, comenta refiriéndose a éstos: "...los unos son grasos (*dahni*) y el elemento húmedo sólo, no los disuelve fácilmente; así son el azufre y el arsénico".

Evidentemente no es cierto que fuera Alberto Magno su descubridor, como aparece en algunos textos, aunque describa perfectamente su obtención a partir del oropimente y jabón; posiblemente se hubiera documentado en los escritos árabes.

Arnaldo de Vilanova, a últimos del siglo XIII, lo considera entre otras sustancias, como **ALMA DE LOS METALES**, dentro de la filosofía alquímica. A mediados del siglo XV, Basilio Valentino en sus escritos llama al arsénico "**HUMO DE FRAGUA**". Este nombre parece indicar la producción de sus derivados volátiles (óxidos) en la metalurgia de las piritas, reforzando la consideración de Arnaldo de Vilanova. Poco después, Paracelso introduce a un derivado arsenical, el **ARSENICUM FIXUM** como purgante, remedio que se generalizó bastante dada la repercusión que tuvieron todos sus escritos en la posteridad.

A principios de 1600, surge un clásico de la alquimia, Eireneo Filaleteo, que publicará una serie de textos en lenguaje hermético, que incluso llegarán a ser empleados por Newton. En su trabajo sobre "Experiences sur la pénétration du Mercure des Sages" expone que para la preparación del mercurio de los sabios por sublimación (lo que en lenguaje hermético se conocía como "águila"), era condición fundamental el arsénico. El **ARSÉNICO SUBLIMADO**, era un arsénico pulverizado que se empleó a partir de la edad media como veneno.

### **El arsénico que da la muerte y el que da la vida.**

Pese a su uso como medicamento en el desarrollo de la iatroquímica, el arsénico fue cronológicamente el tercer elemento químico empleado como veneno desde el punto de vista histórico, después del mercurio y del plomo. No es de extrañar que fuera el ingrediente fundamental del famoso veneno "Cantarella" de los Borgias, llamado así por los gritos, lamentos y convulsiones que en su fase final emitían los envenenados. El **ARSÉNICO SUBLIMADO**, fue la sustancia recomendada por Carlos el Malo, rey de Navarra a su menestral Woudretón, para que en 1384, para asesinar al Carlos VI rey de Francia y a otros nobles de la corte.

Tanto se popularizó que entre 1600 y 1700, el 80% de los envenenamientos en Francia lo fueron por arsénico o sus combinaciones químicas. Así fue llamado "**POLVOS DE SUCESIÓN**" por ser empleado fundamentalmente en estos menesteres. Se habló del asesinato con arsénico de Enriqueta de Inglaterra y el del duque de Saboya. El análisis por activación neutrónica de cabellos de Napoleón cuando muere en Santa Elena, reveló una concentración de arsénico muy superior a la normal.

El arsénico no siempre produjo males como hemos dicho. Hipócrates (V a.C.) recomendaba un tratamiento a base de sulfuro de arsénico para curar las úlceras y los chinos tenía un elixir denominado "**LOS TRES AMARILLOS**" que consistía en oropimente, rejalgam y oro para el tratamiento de diversas enfermedades. La solución Fowler a base de anhídrido arsenioso se empleó con diversos nombres durante diecinueve siglos para combatir la epilepsia, el asma y determinados eczemas. En pequeñas dosis favorece y estimula la retención del Fe<sup>2+</sup> en el grupo hemo y por lo tanto la formación de glóbulos rojos y desde 1909 se emplean sus derivados en combatir la sífilis: nace el medicamento Salvarsán (el arsénico que "salva").

### **Fundamentos químicos de las aplicaciones que motivaron sus nombres**

Está perfectamente aclarado que el arsénico es un elemento masculino, ya que se combina excepcionalmente bien con los considerados femeninos. ¿Por qué esta combinación tan estable especialmente con el cobre, al que modificaba y le daba "rudeza"?

¿Cómo intervenía el arsénico en los primeros broncees empleados, aportando dureza al cobre?

---

<sup>2</sup> En este caso, el zarnik, generaría el zarnika, y a través de él, el arsenikos griego, todo ello con base en el zari avéstico, con el significado de oro, tal como ocurrirá con el circonio.

El cobre cristalizado sin la menor impureza es blando, y por lo tanto no tendría las aplicaciones que realmente tuvo. Su red cúbica centrada en las caras permite su maleabilidad y ductilidad. El radio del cobre y del arsénico son muy parecidos y la distancia media a sus vecinos en la red, es de 2,55Å y 2,51Å respectivamente, por lo cual la red no se altera ni se deforma al intercalarse en los vértices y puntos de intersección de la red metálica del cobre, algunos átomos de arsénico (la proporción de arsénico en los primeros bronce asirios y egipcios, era muy escasa; aproximadamente del 6%). La dureza depende fundamentalmente de la capacidad de establecer nuevos enlaces entre los átomos de la red metálica, y el arsénico posee una estructura electrónica externa  $4s^2 4p^3$ . Los tres orbitales p del arsénico con electrones desaparejados, se disponen perpendicularmente, siguiendo justamente las aristas de la red en la que se encuentran, interaccionando con los s del cobre ( $Cu, 3d^{10} 4s^1$ ) de forma que aumentan considerablemente su capacidad de enlace y en consecuencia la propiedad externa de dureza.

El arsénico es un veneno porque actúa en el organismo de la misma forma que lo hace el plomo y el mercurio esto es, uniéndose a los grupos tiol -SH de las proteínas, deformando su estructura y alterando en muchos casos las membranas celulares hasta modificar su permeabilidad. A consecuencia de ello se produce una fuerte variación de las concentraciones iónicas de sodio y potasio, alterando el estímulo nervioso. Por eso algunos síntomas de su intoxicación son muy parecidos a los de ciertas enfermedades que desacoplan las concentraciones iónicas. Otras veces se asemejan a los estados carenciales de vitamina B<sub>1</sub> (tiamina). Esto es debido a que también interfiere en el metabolismo de la glucosa, en el paso clave: la formación de acetil coenzima A.

El arsénico(III) se une al ácido lipoico que contiene un ciclo pentagonal de carbonos con dos azufres, transformándolo en un ciclo hexagonal, puenteando los dos azufres y bloqueando de esta forma, la acción de los grupos tiol -SH que deberían formarse en dicho ácido, a través de su acción junto con acetil coenzima A. No termina aquí la acción del arsénico ya que al ser de la misma familia que el fósforo, es capaz de suplantarlos en los fosfatos, como As (V), formando enlaces As-O, menos energéticos, inhibiendo los enzimas oxidativos y desacoplando la síntesis del ATP, base energética de la actividad humana. Como antídoto se han empleado históricamente la leche fresca y el zumo de limón porque tanto el ácido láctico como el cítrico pueden acomplejar y aislar al arsénico formando un quelato, aunque con más dificultades que con metales como el plomo y el mercurio

El papel fundamental del arsénico en la alquimia, que motivó sus nombres, se basaba en el color amarillo o rojizo de sus sulfuros. El rejalgar  $As_4S_4$ , rojo forma cristales moleculares, en ciclos pentagonales no planos, mientras que el oropimente  $As_2S_3$ , amarillo posee una red en capas. Los ángulos de enlace entre los  $93^\circ$  y  $101^\circ$ , y las distancias de enlace entre 2,23Å y 2,44Å, son muy parecidos en ambos, pese a que en el primero existen uniones As-As, que no aparecen en el segundo. La teoría del color en estas sustancias, está explicada al justificar el color amarillo del azufre. El oropimente absorbe en el azul, con una banda de cerca de 2,4eV, y por ello su color de emisión es amarillo, en cambio la capacidad de absorción queda restringida en el cristal molecular de rejalgar, y sólo puede hacerlo sobre el 1,8eV, por lo que su color de absorción está en el amarillo, y el de emisión en el rojizo.



