

# La alquimia del salitre en el manuscrito alemán DAS FEUERWERKBUCH (hacia el año 1400).

---

Miguel Ángel López Moreno  
Laboratorio de Pólvoras de la Armada  
Base Naval de Rota

## INTRODUCCIÓN

En 2001, los profesores Gerhard W. Kramer y Klaus Leibnitz presentaron una publicación titulada “The Firewok Book: Gunpowder in Medieval Germany” (The Arms & Armour Spciety. London, 2001). En ella incluyeron consideraciones sobre datación cronológica, autoría, contenidos y, sobre todo, la primera traducción completa al inglés del manuscrito MS 362 (*Das Feuerwerkbuch*) de la Biblioteca de la Universidad de Friburgo. Con ello pusieron a disposición de la comunidad científica un interesante texto cuyo estudio, sin duda, aportará novedades a la historiografía de la pólvora.

*Das Feuerwerkbuch* (en adelante utilizaremos su acrónimo, DFWB) es un manuscrito anónimo escrito en Alemania a finales del siglo XIV. Desde ese momento, y durante dos siglos, fue el *catecismo* que utilizaron los *maestros artilleros*, manipuladores de un *arte* emergente: la pirobalística. Gran parte del mismo explica numerosos procedimientos alquimistas cuyo único fin era encontrar, producir o purificar salitre, componente fundamental de la pólvora. DFWB también describe la forma de confeccionar distintos tipos de ella y de los procedimientos para regenerarla cuando se estropeaba. No resuelve, por supuesto, el misterio de su origen pero supone por el momento el más antiguo y completo tratado sobre la alquimia del salitre y manufactura de pólvora.

Incluye DFWB la descripción y uso de una primitiva bombardas que llaman *Steinbüchse*, y la forma de disparar bolaños y otros tipos de proyectiles. Los redactores tampoco olvidan incluir nociones sobre poliorcética, el arte de atacar y defender castillos, como disciplina propia del *maestro artillero*. En su conjunto resulta un compendio de los conocimientos de su tiempo sobre pirobalística, pólvora y poliorcética.

Hasta la publicación de Kramer y Leibnitz, debido a las dificultades de interpretación del manuscrito original (escrito en alemán medieval), había sido muy poco estudiado. El trabajo que presentamos pretende identificar exactamente qué tipo de salitre obtenían de la manipulación del la sal pétrica (el salitre de las paredes), y al mismo tiempo poner de manifiesto que algunos métodos, procedimientos y conocimientos que tradicionalmente se situaban en el siglo XVI, ya se apuntan en la versión MS 362 de DFWB, es decir, siglo y medio antes.

## **SOBRE LAS CUALIDADES DEL MAESTRO ARTILLERO.**

En torno al año 1400, cuando se redacta DFWB, la pólvora era un producto artesanal, y el arte de fabricarla conocimiento exclusivo de pocos iniciados. Eran individuos ilustrados, capaces de leer y escribir, de hacer cálculos y proporciones, y, sobre todo, alquimistas prácticos. El *maestro artillero* era de los pocos hombres capaces de transformar tres elementos inertes, salitre, azufre y carbón, en una poderosa mezcla... semejante poder no podía dejarse en manos de cualquiera:

*Él deberá honrar a Dios, tener su imagen siempre ante él y temerlo más que otros soldados. Cuando él trabaja con la pólvora o el arma tiene el peor enemigo entre sus manos. Esto requiere triple atención. También en el entorno en el que vive deberá ser refrenado en el comportamiento y ser un hombre sin miedo, que actúa valientemente en la guerra. Los hombres como él inspiran gran confianza. Por esta razón debería ser más confiable y reservado que otros soldados.*

*El maestro también debe ser capaz de leer y escribir porque de ningún otro modo podrá mantener en su mente todo el conocimiento requerido para ejercer su arte... También debe estar familiarizado con las cosas con las que se pueden atacar fortalezas y lugares amurallados... Él debe poder manejar pesos y medidas y debe hablar y actuar con una disposición amistosa, y siempre estar tranquilo. En particular, debe evitar el vino y nunca debe embriagarse. (MS 362, folio 75r)*

## **MALOS COMERCIANTES VENECIANOS**

El *maestro artillero* sabía que la pólvora, el alma de la pirobalística, no se debía comprar confeccionada porque los comerciantes –especialmente los venecianos– solían cometer fraude en la composición, usar salitre adulterado o venderla humedecida o degenerada. Sólo estaban seguros de la calidad de la pólvora si ellos mismos dirigían la confección de tan peligrosa mezcla.

*Si usted necesita comprar salitre purificado, encontrará en la siguiente enseñanza cómo comprar salitre de Venecia sin que le estafen. Esta enseñanza es en particular importante cuando usted compra salitre importado de Venecia. Elija un envase (lleno de salitre) y empuje su mano dentro. Si se moja entonces no está bien; si la mano permanece seca entonces está bien. (MS 362, folio 78v)*

Más adelante insisten en la desconfianza:

*Es especialmente difícil comprar salitre correctamente limpio y purificado si viene de Venecia. (MS 362, folio 79r)*

Azufre y carbón no presentaban demasiados problemas, eran fáciles de conseguir, pero el salitre, resultado de la *purificación* de la *sal petrae* descrita por Gebir en el siglo VIII, necesitaba un largo y laborioso proceso a partir de la

materia prima, o a partir de la sal adulterada por comerciantes venecianos. Una parte del manuscrito trata de lo que Leibnitz y Kramer denominan *química del salitre*. Abarca los folios 75<sup>v</sup> al 79<sup>v</sup>, y está situado en el estrato más antiguo del texto, hacia 1380. En esas páginas se describen catorce métodos para *purificar* salitre a partir de sal pétrica, o para separar impurezas del salitre adulterado. En todos los casos es una cuestión de solubilidades...

## SIMPLE CUESTIÓN DE SOLUBILIDADES

Para conocer qué especie química se obtiene siguiendo los procedimientos descritos en DFWB es preciso conocer la composición de la materia prima de la que se partía: las eflorescencias blancas que recogían en cuevas, o en muros de establos, lo que hemos convenido en llamar sal pétrica (el salitre de las paredes). La composición de estos cristales es muy variable y depende del substrato mineral donde haya tenido lugar el proceso natural de nitrificación (formación de amoniaco, nitritos y, finalmente, nitratos, a partir del nitrógeno orgánico y la participación de nitroso y nitrobacterias). Generalmente la sal pétrica es una mezcla de nitratos cálcico, potásico y magnésico, con sulfatos sódico, cálcico y magnésico; cloruro sódico y carbonato cálcico; tampoco es extraña la presencia de cloruro de potasio y otros. Cada uno de ellos en proporciones muy variables. Para ilustrar esta variedad sirvan estos ejemplos de tierras salitrosas que se recolectaban en la India y Ceilán en los primeros años del siglo XX (Thorpe, 1923. Pág. 680-684):

<b>COMPOSICIONES DE SAL PÉTRICA / tierras salitrosas</b>				
	<b>Thirhut A</b>	<b>Thirhut B</b>	<b>Ceilan</b>	<b>Khiva*</b>
Nitrato Potásico	0'7%	8'3%	2'4%	5'5%
Nitrato Cálcico	0'9%	3'7%	----	----
Nitrato Sódico	----	----	----	4'0%
Nitrato Magnésico	----	----	0'7%	1'4%
Sulfato Sódico	2'7%	3'7%	----	----
Cloruro Sódico	1'4%	0'2%	----	12'9%
Sulfato Cálcico	----	0'8%	----	3'25%
Sulfato Magnésico	----	----	0'2%	0'6%
Carbonato Cálcico	44'3%	35'0%	26'5%	----
Insolubles en agua	50'0%	40'0%	60'8%	----
Agua y materia orgánica	----	12'0%	9'4%	----

(\*) Concentraciones del extracto soluble en agua.

Conocidas las sustancias más frecuentes en la sal pétrica, para entender lo que ocurre en los procedimientos del DFWB, es necesario conocer las solubilidades de cada una de ellas a cada temperatura. Recordemos que la solubilidad de una sal, a una temperatura dada, es la máxima cantidad de ella capaz de mantenerse en disolución sin precipitar, es decir, la concentración de su solución saturada. Se expresa en gramos de sal disueltos en 100 gramos de agua.

TABLA DE SOLUBILIDADES		
Sal	Gramos de sal disueltos en 100 g de agua	
	A 20° C	A 100° C
Nitrato cálcico	129'3	363'6
Nitrato sódico	88'0	180'0
Nitrato magnésico	< 66'5	< 137'0
Sulfato magnésico	44'5	74'0
Sulfato sódico	44'0	42'5
Cloruro sódico	36'0	39'8
Cloruro potásico	34'0	56'7
Nitrato potásico	31'6	246'0
Sulfato cálcico	Insoluble	
Carbonato cálcico	Insoluble	

Por tanto, de las sales frecuentes en la sal p etra, la m as soluble es el nitrato cálcico, que a temperatura ambiente (20 C) es capaz de mantener disueltos casi 129 g en 100 g de agua, es decir, en la práctica será imposible alcanzar la concentración de saturación a no ser que evaporemos la disolución casi hasta sequedad. De hecho, el nitrato cálcico es tan higroscópico y delicuescente que la simple humedad ambiental lo disuelve. En esas mismas condiciones, 20 C, de nitrato potásico "sólo" se disuelven 31'6 g en 100 de agua. Esa diferencia es la característica básica para separar estos nitratos entre sí; sólo habría que evaporar la solución hasta alcanzar y superar la concentración de saturación del nitrato potásico. Cuando se enfríe hasta temperatura ambiente cristalizará el exceso de esta sal para esa temperatura. Todos los métodos para la *purificación del salitre* (entendemos por esto la obtención de nitrato potásico a partir de la sal p etra) que se describen en DFWB, repiten con pequeñas variantes –a veces muy significativas– estos pasos:

1. Disolver la materia prima en caliente, con agitación.
2. Decantar o filtrar en caliente para desechar insolubles.
3. Concentrar la disolución mediante ebullición suave.
4. Enfriar hasta la cristalización de la sal más insoluble.
5. Decantar o filtrar, y secar al sol la sal obtenida.

Es decir, el *salitre purificado* no es más que el resultado de la primera cristalización de una mezcla de sales. Pero  c mo se describen estos procesos en el manuscrito? Veamos la traducción del primer método, el más simple:

*Si quiere purificar salitre recién recogido, tome tanto como tenga y póngalo en agua hirviendo. El vino es en realidad mejor que el agua, el vinagre fuerte mejor que el vino. Mu valo con un palo de madera y luego déjelo enfriar. Entonces vierta el licor por un paño espeso para que se quede limpio. Entonces ponga el mismo licor sobre un fuego y déjelo hervir como se cocina el pescado. Y luego f ltrelo por un paño fino. Y*

*después de que usted lo haya filtrado, déjelo enfriar. Entonces el salitre formará agujas; ahora escurra el agua o el vino o el vinagre y saque el salitre, y séquelo muy bien; así estará bien (MS 362, folio 75<sup>v</sup>).*

Es, evidentemente, un proceso muy imperfecto porque no se indican las proporciones relativas de sal p trenea y disolvente, y tampoco el punto final de la ebullición. De esta manera sería una cuesti3n de suerte conseguir la cristalizaci3n del nitrato potásico. De hecho, así lo advierten:

*A menudo resulta que el salitre no se forma después del hervor. Esto pasa si uno ha usado demasiada agua, vino o vinagre... (MS 362, folio 75<sup>v</sup>)*

Esta indefinici3n se corrige en sucesivas recetas y demuestra la evoluci3n temporal del manuscrito y los diferentes redactores que tuvo. Primero, acotando las proporciones relativas...

*...tome tanto (salitre) como tenga [póngalo] en una marmita y lo hace nivelar. Entonces tome un palo de madera y mida [la altura de] el salitre. Cuando lo haya hecho, haga una señal en la madera y otra tres dedos encima de ella. Ahora tome vinagre bueno y llene hasta alcanzar la señal más alta. (MS 362, folios 77<sup>v</sup> y 78<sup>r</sup>)*

NOTA: En todas las citas extraídas del manuscrito, las notas entre [corchetes] son las aportaciones del traductor inglés al texto original. Entre (paréntesis) las aportaciones del autor para completar o mejorar la compresi3n de los procedimientos.

Y segundo, fijando el final de la ebullición, es decir, la concentraci3n adecuada para favorecer la cristalizaci3n cuando baje la temperatura de la disoluci3n...

*...Entonces ponga tanto salitre como quiera en una marmita y le añade bastante de esta lejía para cubrir justamente el salitre. M zclelo como se ha descrito antes y el (nivel de) agua hirviendo baja hasta la mitad. (MS 362, folio 77<sup>r</sup>)*

## LA ESPECTROSCOPIA DE EMISI3N EN EL AÑO 1382

Ya sabemos que, si la sal p trenea contiene nitrato potásico es la primera sal que cristaliza.  Pero c3mo sabían que esos *car mbanos congelados* que aparecían al enfriarse la marmita era el *bueno y poderoso salitre* que buscaban? Evidentemente, era bueno si la p3lvora que confeccionaban con él era poderosa... pero llegaron a saberlo en mitad del proceso de *purificaci3n*, antes incluso de cristalizar:

*...tome el palo que ha usado para mover la soluci3n y un poco de la soluci3n de salitre de la marmita y roc e un carb3n encendido. Si las gotas se queman bien e intensamente, y dan llamas azules entonces el salitre (que se obtendrá de ella) es bueno. (MS 362, folio 78<sup>r</sup>)*

Es decir, sabían que al quemar algunas gotas de una disoluci3n, el color de la llama indica qué es lo que contiene. Sin buscarlo, estaban ensayando la

espectroscopia de emisión, que consiste en excitar los elementos contenidos en una muestra mediante una fuente de energía adecuada para que emitan radiación visible y ultravioleta. Las longitudes de onda emitidas (el color) son características de los elementos presentes, y la intensidad de la radiación depende en parte de las concentraciones. Que la llama sea azul es debido a una presencia masiva de cationes potasio en disolución. Los de calcio habrían dado una coloración roja-anaranjada; y los de sodio la darían amarilla. Es decir, los alquimistas que escribieron el manuscrito alemán buscaban, sin lugar a dudas, nitrato potásico para confeccionar la pólvora que hacía disparar su primitivo cañón.

Pero, al margen de los flujos de separaciones, otra prueba inequívoca para asegurar que el salitre buscado era el potásico se la debemos a las malas artes comerciales de los venecianos. Gracias a ello conocemos varias de las enseñanzas que el *maestro artillero* ofrece a sus aprendices para detectar el fraude, y de paso nos dice que el salitre que buscaban era nitrato potásico y nunca el cálcico. Una de ellas dice así:

*Ahora una instrucción sobre cómo habría que separar y purificar salitre si ha sido mezclada sal gema con el salitre purificado. Si usted quiere separar la sal del salitre purificado, tome el salitre (supuestamente impuro) y ponga agua fría sobre él, de modo que el salitre se cubra sólo lo justo. Pero primero debería medir [el nivel de] el salitre con un palo de madera antes de añadir el agua. Entonces la sal se disolverá y el salitre permanecerá en el agua fría, porque el salitre no es fácilmente soluble en el agua fría y permanece (en agua fría). Escorra el agua [con la sal], elimínela filtrando el salitre, y séquelo en el sol. Entonces será bueno. (MS 362, folio 77')*

Esta receta sólo tiene sentido si el salitre es nitrato potásico. Porque si hablásemos de una mezcla de nitrato cálcico y sal común, al añadir agua fresca, se disolvería inmediatamente, y en primer lugar, el nitrato y permanecería intacta la sal. Cuestión de solubilidades. Cuando se dice: *el salitre no es fácilmente soluble en el agua fría y permanece*, ¡no pueden estar hablando del nitrato cálcico! Sin lugar a dudas, el salitre del que se habla en el manuscrito DFWB es potásico.

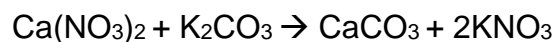
## **CENIZAS VEGETALES**

Sin embargo, Kramer y Leibnitz aseguran con insistencia que el manuscrito habla únicamente de nitrato cálcico, cuestión que no compartimos:

*Se refiere (el manuscrito DFWB) exclusivamente al nitrato cálcico y confirma la conclusión de que el nitrato potásico, no higroscópico, se utilizó en la fabricación de pólvoras sólo hacia mediados del siglo XVI. Esta sorprendente aportación queda establecida en el manuscrito. (Kramer, 2001. Pág. 13)*

Kramer y Leibnitz sostienen que se comenzó a usar nitrato potásico a mediados del XVI, coincidiendo con la generalización del método descrito por Biringuccio (Pirotecnica, 1540) y Agrícola (De natura fossilium, 1546). Este procedimiento, efectivamente, consiguió cristalizar todos los nitratos presentes en la disolución (cálcico, magnésico, sódico, etc.) como nitrato potásico, pero de ningún modo supuso su primera obtención.

El método consistía en añadir una lechada de cenizas vegetales a la disolución de sal pétrica. Es decir, añadían carbonato potásico en medio alcalino para provocar la precipitación inmediata de carbonato cálcico y favorecer la formación de nitrato potásico cuando las condiciones de saturación se dieran:



Sin embargo, en DFWB consiguen el mismo aumento del rendimiento con alumbre (sulfato doble de aluminio y potasio); pero incluso sabían que cuando se añade carbonato potásico (la *sal silvestrum*) al salitre, *aumenta la cantidad*, es decir, incrementaban el rendimiento de la receta... aunque yerren en la explicación. (MS 362, folios 77v-78r):

*Tome comla [no identificado] o alumen yspanitum [alumbre español, un producto natural], vitriolum romanum [alumbre de potasa romano], y sal commune [sal gema, NaCl] y póngalo [sic] en el segundo hervor de la solución de salitre (aunque el traductor inglés no lo sitúa, se refiere a la solución de una receta anterior que resulta de separar por decantación la primera cristalización de salitre). Este es el mejor modo, y muy necesario, para limpiar el salitre (recuperar el salitre que permanece disuelto después de la primera precipitación). Lo explico así: el salitre atrae la sal común. Funciona de la misma manera que la sal silvestrum [carbonato de potasio] o el alumbre, que se añade al salitre para aumentar la cantidad...* (MS 362, folio 77v-78r)



## CONCLUSIONES

En nuestra opinión, el estudio de la alquimia del salitre contenida en DFWB descubre dos detalles que alteran otros tantos hitos temporales en la historiografía de la pólvora:

1. En contra de lo afirmado por Leibnitz y Kramer, desde finales del S. XIV el salitre que se utilizó para confeccionar pólvora fue nitrato potásico. En ningún caso el manuscrito describe métodos para obtener nitrato cálcico.
2. El uso de cenizas vegetales ricas en sales potásicas para aumentar el rendimiento en la obtención de nitrato potásico, atribuido a Biringuccio y Bauer, no es un método que se iniciara a mitad del S. XVI. Está descrito a finales del XIV en DFWB

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Bauer, Georg (Jorge Agrícola). "DE NATURA FOSSILIIUM", 1547.
- Biringuccio, Vannoccio. "PIROTECNIA", 1540. Traducción de C.S.Smith y M.T. Hundí, 1943, Basic Books, Nueva York.
- Kramer, Gerhard W. "THE FIREWORK BOOK: Gunpowder in Medieval Germany". London, 2001.
- Thorpe. "ENCICLOPEDIA DE QUÍMICA INDUSTRIAL". Barcelona, 1923.