

# Química y Defensa: matrimonio de conveniencia

Manfredo Monforte Moreno

**Resumen:** En este artículo se muestra el papel que la química ha tenido a lo largo de la historia en la obtención de la superioridad tecnológica de los ejércitos, especialmente en los campos de los propulsores y de la metalurgia, haciendo hincapié en la Guerra Química y prestando una especial atención a la realidad española.

**Palabras clave:** Guerra Química, pólvora, La Marañosa, LAVEMA, OPAQ.

**Abstract:** This article describes the role that chemistry has had throughout history in obtaining the technological superiority of hosts, especially in the fields of propellants and metallurgy, emphasizing the Chemical Warfare with a special attention to the spanish reality.

**Keywords:** Chemical Warfare, gunpowder, La Marañosa, LAVEMA, OPCW.

## INTRODUCCIÓN

Desde hace miles de años, la humanidad y la química han estado unidas sin percatarse de ello. Simplemente, las reacciones químicas estaban allí, sucedían, desde el fuego a los primeros pasos en la metalurgia de los metales nativos. Los avances técnicos y el dominio de los procesos de fabricación proporcionaban mejoras competitivas en forma de nuevos elementos de combate y con ellos se obtenía la recompensa de la superioridad y la capacidad de conquistar reinos o defender los propios.

Unos mil ochocientos años a.C. los hicsos, procedentes del Cercano Oriente, triunfaron ante las tropas egipcias por pequeños avances: nuevas tecnologías que dieron ventajas decisivas a los invasores, desde el uso del caballo y los carros de guerra a la introducción del arco compuesto, la armadura de escamas de bronce o las dagas y espadas curvas también de bronce, elementos que, usados adecuadamente, proporcionaron una primacía militar incontestable. Podríamos decir que desde el principio de los tiempos, LA INNOVACIÓN VENCE.

Durante el segundo milenio a.C. aparecieron los primeros objetos de hierro (distinto del hierro de meteorito dada la ausencia de níquel) en Mesopotamia, Anatolia y Egipto. Sin embargo, su uso fue al principio ceremonial pues su coste era mayor que el del oro. Algunas fuentes sugieren que tal vez fuese un subproducto de la obtención del cobre. Entre los siglos XII y X a.C. se produce una rápida transición en Oriente Medio desde las armas de bronce a las de hierro como consecuencia de la falta de estaño —necesario para fabricar el bronce—, antes que a una me-

jora en la tecnología en el trabajo del hierro. A este período, con diferentes fechas según el lugar, se le denomina Edad de Hierro, dando fin a la Edad de Bronce. En Grecia comenzó a emplearse en torno al año 1000 a. C. y no llegó a Europa Occidental hasta el siglo VII a.C. La sustitución del bronce por el hierro fue paulatina, pues era difícil fabricar piezas de hierro: localizar el mineral y fundirlo a temperaturas altas para finalmente forjarlo no eran tareas sencillas y la falta de rigor arruinaba numerosas coladas que resultaban demasiado frágiles o inútiles.

Durante la transición del bronce al hierro se descubre, casualmente como casi todos los progresos de aquel tiempo, la “carburoización” del hierro. El metal se obtenía a partir de una mezcla de hierro y escoria; se sometía después al proceso de forja eliminando la escoria y oxidando el carbono, creando el producto final con la forma deseada. El hierro así fabricado presentaba un bajo contenido en carbono y no endurecía al enfriarlo en agua. Se observó que se podía obtener un producto mucho más duro calentando la pieza de hierro forjado en un lecho de carbón vegetal, para sumergirlo enseguida —templarlo— en agua o aceite. El producto resultante, que tenía una superficie de acero con ferrita, martensita y restos de austenita, era más duro y menos frágil que el bronce al que, como hemos dicho, comenzó a reemplazar. En el período de dominación romana, cobraron enorme fama las forjas ibéricas de Bilibilis y Turisona (Calahorra y Tarragona).

Ya en nuestra era, hacia el siglo VI d.C. aparece el fuego griego, un arma basada en una sustancia incendiaria utilizada por el Imperio Bizantino. Su mayor uso y difusión se daría tras las primeras cruzadas (siglo XIII). No obstante, el mismo término “fuego griego” ya había sido empleado en un arma diferente cuando el ejército romano al mando de Marco Claudio Marcelo sitió la ciudad griega de Siracusa. El cónsul y militar romano inició el asedio a la ciudad. La flota romana garantizaba el dominio del mar, pero los ataques por tierra no tenían demasiado éxito. Arquímedes, el



Subdirector General de Sistemas  
Terrestres-INTA  
La Marañosa, Madrid.  
C-e: [mmm1@oc.mde.es](mailto:mmm1@oc.mde.es)

M. Monforte

Recibido: 12/08/2016. Aceptado: 09/09/2016.

famoso inventor de Siracusa, probó diversos aparatos de defensa, tales como ese “fuego griego” que destruyó parte de la flota romana, mientras seguían rechazando los ataques por tierra. Un año más tarde del comienzo del sitio, los aliados cartagineses rompieron el bloqueo por mar y lograron llevar suministros a los sitiados. A pesar de ello, Siracusa cayó en manos romanas y el propio Arquímedes fue asesinado por un soldado romano.

Los bizantinos del siglo VI empleaban con frecuencia la sustancia incendiaria en batallas navales, pues era sumamente eficaz al continuar ardiendo incluso después de caer al agua, algo que proporcionaba una ventaja tecnológica que facilitó importantes victorias, especialmente la salvación de Bizancio en dos asedios musulmanes, con las que se aseguró la continuidad del Imperio, constituyendo así un freno a las intenciones expansionistas del Islam y evitando la posible conquista de la Europa Occidental desde el Este.

La impresión que el fuego griego produjo en los cruzados fue de tal magnitud que el nombre pasó a ser utilizado para todo tipo de arma incendiaria, incluidas las usadas por los árabes, chinos y mongoles. Sin embargo, eran fórmulas distintas de la bizantina, que fue un secreto de estado guardado tan celosamente durante siglos que su composición sigue sin conocerse a ciencia cierta. De hecho, sus ingredientes son motivo de gran debate; se ha propuesto, entre otros, una mezcla incendiaria de petróleo, cal viva, azufre y salitre. Pero lo importante no era el agente en sí, sino la utilización de sifones presurizados para lanzar el líquido al enemigo desde una cierta distancia tal y como se aprecia en la Figura 1.

## LA PÓLVORA

El mayor avance militar proporcionado por la química vino con la llegada a Europa de la pólvora, una mezcla deflagrante utilizada como propulsor de proyectiles en armas de fuego, explosivo de mina o con fines acústicos en los fuegos pirotécnicos. La palabra pólvora se refiere concretamente a la denominada pólvora negra, compuesta por carbón, azufre y nitrato de potasio; con la aparición de los propulsores de base nitrocelulósica modernos, su denominación se extendió a éstos, a pesar de ser productos químicamente distintos.

La composición más popular de la pólvora negra es una mezcla de sólidos con un 75% de nitrato de potasio, 15% de carbono y 10% de azufre (la fórmula primigenia de los alquimistas era 6-1-1, es decir, 75%, 12,5% y 12,5% respectivamente). Todavía hoy la pólvora negra se utiliza en pirotecnia y como propulsor de proyectiles en armas antiguas, generalmente de avancarga. Las modernas pólvoras sin humo están basadas en compuestos energéticos de base nitrocelulósica (simple base) a la que puede añadirse nitroglicerina (doble base o triple si incorporan nitroglicol). Las ventajas de las pólvoras modernas son su bajo nivel de humo, el reducido depósito de pro-



Figura 1. El fuego griego usado por los bizantinos en las batallas navales

ductos de combustión en el arma y su homogeneidad, lo que garantiza un resultado consistente que asegura la precisión del tiro; son mucho más estables, insensibles y no presentan los problemas de higroscopicidad de la pólvora negra que, por sus características, ha producido infinidad de accidentes —y muertes— a lo largo de los siglos; además, al tratarse de una mezcla de sólidos, deja residuos en las armas y, al fijar la humedad, acelera la corrosión de las mismas.

Si bien las primeras aplicaciones de la pólvora negra se dieron en voladuras y minería, en el siglo XIII comienza a usarse como generador de gases impulsores en las armas. La primera referencia a su uso militar en Europa lo encontramos en 1215, en el libro *De Secretis*, de Roger Bacon. Su importancia fue tal, que ha sido el único propulsor y explosivo durante más de 600 años; exactamente hasta que el desarrollo de la química orgánica permitió sintetizar sustancias más convenientes.

De la importancia de la pólvora dio buena cuenta Lewis Mumford en su libro *Técnica y civilización* (1934), en el que enunciaba un triple efecto de su empleo: en primer lugar, el impulso definitivo de la siderurgia y metalurgia del cobre para la fabricación de tubos lanzadores (arcabuces, culebrinas, cañones...); en segundo lugar, los nuevos artefactos, sus mayores alcances y efectos, forzaron cambios en el arte de la fortificación; por último, exigió investigar para poder comprender y explicar la balística interior, lo que condujo, como efecto colateral, al descubrimiento del oxígeno y su papel en la combustión y puso



Figura 2. La pólvora negra ha sido el único propulsor y explosivo hasta la aparición del algodón pólvora en 1846



Figura 3. Fachada de la Academia de Artillería en Segovia

los cimientos del motor de ciclo Carnot u Otto —combustión interna— entre otros avances científico-tecnológicos.

A partir de los trabajos de Copérnico, Galileo y Kepler, a finales del siglo XVII nace una corriente menos filosófica y más racional de la mano de Newton, un teórico de la física obsesionado por la alquimia, así como de Leibnitz y de algunos de sus seguidores. Pero, ¿quién financiaba estos trabajos? La respuesta es fácil si pensamos cuál ha sido la tradicional aplicación de los grandes avances científicos: la guerra.

Es con la Ilustración cuando se acuña la frase “LA CIENCIA VENCE” de la mano de los antiguos artilleros, dedicados al arte de construir, conservar y usar las armas, máquinas y municiones de guerra. Muchos años después, a principios del siglo XX, se produjo la transición de arte a facultad, y algunos artilleros, aquellos que accedían a los *estudios sublimés*, se convirtieron en los primeros ingenieros españoles.

La necesidad de evitar las numerosas muertes que se producían entre los fabricantes de pólvora y sus usuarios en el campo de batalla y a bordo de los buques, y como consecuencia de la recién iniciada Carrera de Indias, comienza en España el estudio de las ciencias relacionadas con el disparo: balística, química, metalurgia, termodinámica..., lo que lleva a la creación de las primeras academias especializadas, pues la universidad apenas trataba estas materias. Así, en 1542 comienza su actividad la de Burgos. Le siguen Sevilla, Barcelona, Cádiz..., y en 1764, el Real Colegio de Artillería de Segovia, que constituye un extraordinario ejemplo de convivencia entre ciencia, tecnología y servicio a la Corona.

Como Jefe de Estudios del Real Colegio —hoy es la Academia Militar más antigua del mundo de las que siguen en funcionamiento— se sitúa a un jesuita, el Padre Eximeno, cuya primera lección es toda una declaración de intenciones y ejemplo de altura intelectual y moral. Invito a los lectores a leer su discurso en Internet, donde podrán encontrarlo con facilidad. 250 años después de que aque-

lla “oración” fuese pronunciada, sus párrafos volvieron a escucharse en el discurso pronunciado con motivo de tal celebración ante su Majestad el Rey Juan Carlos I, el 16 de mayo de 2014, corriendo su lectura a cargo, como no podría ser de otra manera, del entonces Jefe de Estudios —hoy director—, Coronel don Javier Alonso Bermejo. Quien escribe estas líneas tuvo la fortuna de estar presente en dicho acto, donde también se produjo el homenaje de la Real Academia de Ingeniería a la Academia de Artillería con motivo de su aniversario.

Tanta importancia se le dio a la ciencia en aquel centro docente, que se contrataron a los mejores tecnólogos y científicos de la época. Gracias a esa visión, se pudo contar con ilustres profesores, entre los que destaca el nombre de Louis Proust, que impuso la condición de contar con alumnos civiles además de militares y no escatimar en medios. Todavía se conservan en Segovia los utensilios de platino con los que pudo enunciar la famosa Ley de Proust o de las Proporciones Definidas (1804).

En 1783 Proust había asistido al primer vuelo parisino de un ingenio aerostático cautivo (globo Montgolfier) junto a su buen amigo Rozier, repitiendo dicha experiencia en 1792 en El Escorial con materiales fabricados en la Academia de Artillería; el ingenio fue volado por un capitán y dos cadetes alumnos. No es extraño que fueran químicos y artilleros los primeros aeronautas, pues conocían bien los procesos de fabricación del hidrógeno y su comportamiento físico.

El Real Colegio creó a finales del siglo XVIII la Casa de la Química anexa al Alcázar de Segovia. Allí, se enuncia la citada Ley de Proust y se publican los primeros *Anales de Química* de Segovia (1801, 1805), de alguna manera precursores de los *Anales de Química* que publica la Real Sociedad Española de Química y a uno de cuyos números va destinado este trabajo.

Durante todo el siglo XVIII y posteriores, proliferan por toda la geografía española las fábricas de materiales para la



Figura 4. Luis Proust profesor del Real colegio de Artillería de Segovia

guerra: donde había salitre y agua para mover las prensas, las fábricas de pólvora, y donde había mineral de hierro o cobre y madera que quemar, las fundiciones. Hacia finales del siglo XIX, las exigencias de los ejércitos modernos inciden en la necesidad de asegurar la calidad de los suministros, lo que lleva a crear laboratorios especializados en la metrología, el *análisis químico*, la balística y demás disciplinas relacionadas con el armamento y los pertrechos de combate.

Como anécdotas de la evolución habida en España, cabe destacar la entrada en funcionamiento (1848) de los dos primeros hornos altos de España, el Daoiz y el Velarde, en Trubia, Oviedo. Con ellos empezó a usarse carbón mineral —coque— en lugar del tradicional carbón vegetal cuya producción, junto a la construcción naval a base de madera, había deforestado inmensas áreas de las tierras españolas. También fueron usadas las fundiciones para fines más pacíficos, como la fabricación en 1865 de los leones del Congreso de los Diputados (también llamados Daoiz y Velarde, ¡cómo no!) a uno de los cuales le faltan sus atributos masculinos, pero no por error del fundidor militar, sino porque representan a dos dioses de la mitología griega (Hipómenes y Atalanta, los mismos que tiran del carro de la diosa Cibeles), uno de los cuales es hembra a pesar de la melena que adorna a ambos.

## LAS ARMAS QUÍMICAS

La pólvora y la metalurgia no fueron los únicos productos bélicos en los que la química jugó un papel esencial. Unos trescientos años a.C. ya se habían contaminado manantiales para impedir el acceso al agua de poblaciones o ejércitos acampados, y en el siglo XIII de nuestra era se utilizaron mezclas como el llamado óleo repelente (trementina, azufre y excrementos humanos, nombre que no puede ser más apropiado). Conforme se avanzaba en el conocimiento, se incorporaban nuevas sustancias al campo de batalla, como las bombas incendiarias de trementina y nítrico del siglo XVII. A finales del siglo XIX proliferan los compuestos que pueden ser utilizados en armas denominadas de “agresivos químicos”, razón por la que el 22 de julio de 1899 la Conferencia de la Haya prohíbe el uso de proyectiles con gases asfixiantes o deletéreos (venenosos).

A pesar de la prohibición, el reconocido científico alemán Walther Nerst (el mismo de la ecuación que mide el potencial de reducción de un electrodo fuera de las condiciones estándar), convence a los gobernantes alemanes de las ventajas estratégicas de su uso. Pero, ¿quién podría llevarlo a la práctica? Pues otro reconocido científico, Fritz Haber, uno de los autores, junto a Bosch, del método alemán la fijación del nitrógeno y la producción de amoníaco; Haber era por aquel entonces director del Instituto para la Química y la Electroquímica Kaiser Guillermo de Berlín; la necesidad de obtener amoníaco para la fabricación de los nuevos explosivos nitrados se debía a que su fuente natural, el nitrato de Chile, estaba en manos exclusivas de



Figura 5. Bidones cargados con cloro líquido usados en la Primera Guerra Mundial por ambos bandos

los británicos. Haber introduce o ayuda a introducir el concepto de ARMA QUÍMICA.

Sin estar documentado oficialmente, hay testimonios de que un primer empleo de proyectiles conteniendo carga química (lacrimógenos) fue realizado por el ejército francés durante la denominada Batalla de las Fronteras en agosto de 1914 para detener el avance alemán sobre la frontera loreno-alsaciana.

También hay referencias al uso de proyectiles cargados con este tipo de sustancia por parte del ejército alemán, concretamente el 27 de octubre de 1914 bajo el nombre genérico de *Ni*, Nies-Geschoss (proyectil estornudante). Posteriores referencias citan su empleo en varios frentes entre enero y marzo de 1915.

Oficialmente, la Organización para la Prohibición de las Armas Químicas (OPAQ) considera que el primer ataque químico fue realizado por Alemania el 22 de abril de 1915 en Yprès, cerca de la frontera franco-belga.

Básicamente se disparaban proyectiles de artillería cargados con sustancias líquidas. El problema práctico: se precisaban contenedores internos de plomo difíciles de introducir en los vasos de acero. Por ello, pronto se recurre al uso de cloro líquido en olas.

Haber se desplaza al frente con unidades formadas por químicos y meteorólogos protagonizando una primera acción en la que se despliegan 6.000 botellas de cloro para cubrir un frente de 6 km y una profundidad de hasta 14 km. Como resultado de aquél ataque se produjeron 6.000 bajas franco-canadienses, pues aquellos desgraciados no contaban con protección alguna.

Ante tal ataque, el británico (irlandés de nacimiento) Lord Kitchener, Secretario de Estado para la Guerra, apremió a la metrópoli la fabricación de respiradores (tapones de algodón impregnados de urea). Las mujeres



Figura 6. Protecciones usadas por un soldado y su montura

inglesas fabricaron más de 100.000 de ellos en un solo día trabajando 24 h hasta caer extenuadas —es un hecho que las dos guerras mundiales fueron ganadas por las retaguardias, es decir, por las mujeres y su voluntad de vencer y ayudar—. Cuando estos elementos escaseaban, se requería a los soldados a usar pañuelos impregnados en su propia orina. Pero contra tales elementos de protección, pronto reaparecerían junto al cloro los agentes lacrimógenos (bromuro de bencilo y xililo, cloroacetona y bromoacetona), que hacían al respirador contra el cloro ineficaz al dejar los ojos expuestos.

La escalada químico-armamentista no se detiene, y a finales de 1915 Francia comienza a usar ácido cianhídrico y fosgeno (oxiclorigenuro de carbono) en el frente estabilizado de Verdún, en febrero de 1916. Como consecuencia de estos primeros ataques aliados, el general Deimling, Jefe del Servicio Químico de Gases alemán, escribe un mensaje a su Estado Mayor: “para contestar a los peligrosos tiros franceses sólo dispongo de granadas cargadas con agua de colonia”.

En abril de 1917 se usaron por vez primera los proyectores ideados por el capitán británico Livens, consistentes en tubos enterrados en el suelo con cierta inclinación que permitían lanzar hacia el enemigo recipientes cargados de agresivos sin necesidad de emplear cañones. Mientras los aliados usaban fosgeno, los alemanes lanzaban difosgeno (Perstoff o, por su filiación militar, cruz verde).

En septiembre de 1917 Alemania comienza a usar agentes irritantes (difencilcloroarsina o cruz azul), pero al no considerarlo un agente definitivo, trata de dejar el terreno contaminado, razón por la que aparecen los agresivos vesicantes, como el sulfuro de etilo diclorado, denominado por su olor GAS MOSTAZA y, por su lugar de empleo, Yprès, IPERITA. Filiación militar, cruz amarilla. Se disparan entonces las investigaciones sobre las arsinas debido a su gran poder penetrante. La idea omnipresente era neutralizar los medios de protección que pudiera desplegar el enemigo.



Figura 7. Ataque con gas cloro en la Primera Guerra Mundial

Es curioso leer documentos posteriores a la Primera Guerra Mundial y observar el efecto de “deslumbramiento” que había producido el empleo de las armas químicas en el campo de batalla, razón por la que numerosos países emprendieron una carrera para contar con los mejores productos que la química pudiera proporcionar. Vale la pena recordar aquí la reflexión del General Izquierdo:

“La aparición de toda arma nueva produce siempre, entre la opinión y aún entre los profesionales, un sentimiento de repulsión denominado bayardismo, pues el célebre caballero Bayardo, sin miedo y sin tacha, sentía auténtica repugnancia ante las armas de fuego, como antes ocurriera con la ballesta”.

Y es que es sabido que la ballesta fue la primera arma que ponía la vida de los caballeros con armadura al alcance de los plebeyos, al atravesar sus flechas tan complejas protecciones, lo mismo que ocurrió con la irrupción de



Figura 8. Soldados alemanes preparando lanzadores Livens

las primeras armas de fuego gracias a su alcance y la posibilidad de batir al enemigo sin exponerse a su vista.

Una clasificación de los agentes de guerra química, en base a sus efectos toxicológicos, sería:

- Agentes asfixiantes: Cloro, fosgeno, difosgeno.
- Agentes lacrimógenos: bromuro de bencilo, cianuro de bromobencilo, cloroacetofenona y cloropirina.
- Estornudógenos: difenilcloroarsina y difenil-aminocloroarsina.
- Agentes hemotóxicos: cianuro de hidrógeno, agente Cyclón B —usado en las terribles cámaras de gas nazis— y cloruro de cianógeno.
- Vesicantes: mostazas de azufre (iperita), mostazas de nitrógeno y lewisitas.
- Neurotóxicos: tabún, sarín, somán y VX.
- Incapacitantes: BZ (bencilato de 3-quinuclidinilo) y LSD (ácido lisérgico).

Otra clasificación atiende a sus características, como su persistencia, volatilidad, límite de actividad, soportabilidad e índice de mortalidad entre otras, algunas de ellas muy dependientes del sujeto receptor.

Hoy, afortunadamente, los avances químicos han incidido en los elementos de protección y abandonado el desarrollo de nuevos agresivos químicos, dedicando su esfuerzo a líneas de trabajo como:

- Desarrollo de sustancias fumígenas de ocultación (visible y multiespectral).
- Desarrollo de Equipos de Protección Individual.
- Desarrollo de tejidos.
- Desarrollo de pinturas anti-radar e IR.
- Desarrollo de materias activas.
- Desarrollo de sistemas de generación de energía.
- Nuevos combustibles y lubricantes.
- Nuevos sistemas de producción de energía: baterías, pila combustible...
- Desarrollo farmacológico y de prevención.
- Defensa química y detección remota.
- Desarrollo de descontaminantes químicos.
- Mejor respuesta a condiciones climáticas extremas de los materiales.
- Nuevos materiales: nanocomponentes, sinterizados, nuevas aleaciones, grafeno, impresión 3D...

## ARMAS QUÍMICAS Y DEFENSA EN ESPAÑA

Recién acabada la Gran Guerra, el Rey Alfonso XIII planteó en 1920 al Ministro de la Guerra la necesidad de contar con capacidad de fabricación de armas químicas y del correspondiente equipo de protección individual, pues temía que hubiese que recurrir a ellos en las guerras del norte de África, cuyo final se antojaba incierto. Así, el 16 de agosto de 1921, el Consejo de Ministros destinó 14 Mpta

(84.000 €) para la instalación de una nueva fábrica para satisfacer las necesidades manifestadas por la Corona. Por discreción se encargó la tarea al “museo de artillería”. Todos los informes técnicos y militares que se solicitaron desaconsejaban el proyecto haciéndose eco de la prohibición de uso de tales ingenios surgida de la Conferencia de la Haya (1899). Tras la dimisión del coronel Tolosa, jefe del museo, el proyecto venció las últimas trabas y arrancó finalmente.

El alcance inicial de la instalación se resumía en una capacidad de producción nada desdeñable (con purezas objetivo superiores al 90-98%):

- 1.500 kg /día de fosgeno.
- 1.250 kg/día de etildicloroarsina.
- 1.000 kg/día de iperita.

Nació así la Fábrica Nacional de Productos Químicos, para cuya localización deberían cumplirse una serie de condiciones:

- Situarse cerca de un río capaz de proporcionar un caudal mínimo constante de 60 litros por segundo en cualquier época del año.
- Disponer de una estación de vía férrea en las proximidades.
- Ubicarse en una zona no habitada de 6 x 7 km (cifras curiosas, por cierto) y carecer de cultivos, tanto de secano como de regadío.
- Estar centrado en la península para que el transporte de las materias primas no resultase oneroso.
- En cualquier caso, el lugar debería estar alejado de costas y fronteras (como las demás fábricas militares, dada la posibilidad de conflictos vecinales o desembarcos).

Tras visitar diversas ubicaciones, se elige La Marañosa, a unos 30 km al sureste de Madrid, finca de 700 Ha adquirida por 180.000 Pta (1.100 €). Se compran los terrenos, se desaloja un campo de lanzamiento de veleros para vuelo sin motor (todavía quedan registros gráficos de su actividad y restos de las construcciones) y se instalan bombas que aprovechando el caudal del río Jarama, elevan el agua hasta un depósito que facilita su distribución posterior por gravedad. La estación de bombeo y el depósito todavía funcionan hoy gracias a la concesión de la Cuenca Hidrográfica del Tajo. Se inician las obras de un ferrocarril de vía estrecha que nunca llegó a circular, aunque quedan puentes y algunas zanjas que dan testimonio de los trabajos realizados y se busca un suministrador que aporte la tecnología necesaria; en este caso, una empresa alemana.

Transcurridos ocho años desde el pistoletazo inicial, hacia 1928 no se había producido ni un gramo de producto final, aunque se avanzaba en la puesta a punto de las instalaciones. Se sucedían las pruebas sobre lotes piloto pero, o no se conseguía la pureza requerida o fallaban los agitadores, o un reactor se recalentaba... en fin, los problemas



Figura 9. Bote fumígeno fabricado en La Marañosa

asociados a un proyecto sumamente ambicioso y de escaso apoyo institucional y económico.

No consta en las actas de la planta que se fabricasen cantidades significativas de agresivos químicos, salvo los lotes de prueba, alguno de cuyos restos afloraron en 2006 como consecuencia de la construcción del Instituto Tecnológico de La Marañosa, hoy integrado en el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial —INTA—. Aquellos vestigios, en pequeñas cantidades, fueron neutralizados y eliminados de acuerdo con los protocolos y la legislación medioambiental vigente. Lo que sí parece cierto es que La Marañosa proporcionó materias primas para la fabricación de ingenios con carga química a las unidades del norte de África, aunque su empleo, si es que lo hubo, debió ser escaso y de bajo efecto.

En mayo de 1937, ante el avance hacia Madrid del Ejército sublevado, la fábrica se traslada a Concentaina donde permanece hasta el final de la guerra con baja actividad y escasa documentación de la misma. El mismo año de 1937, se organiza una fábrica de fosgeno, gas lacrimógeno y detectores de gas en Cortes (Navarra). Con el final de la Guerra Civil española, todos los medios de producción se concentran nuevamente en La Marañosa, donde en 1941 se crea el Centro de Defensa Química de La Marañosa y se desecha definitivamente la idea de fabricar agresivos químicos. En los años 70 se crean los Departamentos de Química y de Artificios y Municiones Especiales, y en la década de los 90 el Departamento de Defensa NBQ. En el campo de la Defensa Química, cabe destacar el diseño y fabricación de la máscara de protección NBQ, modelo M6-87, que estuvo en dotación en el ejército español durante más de 20 años.

A nivel internacional, y tras la Conferencia de La Haya de 1899, en 1925 se firma en Ginebra el Tratado de prohi-

bición de armas químicas, pero no es hasta 1993 cuando, con el decidido impulso de Naciones Unidas, se abre para su firma la Convención sobre las Armas Químicas, la cual entrará en vigor en 1997. Ese mismo año, se crea la Organización para la Prohibición de Armas Químicas (OPAQ) con sede en La Haya, Países Bajos, encargada de velar por el cumplimiento de la Convención. Actualmente este acuerdo internacional está ratificado por 192 Estados Parte, a excepción de Corea del Norte, Sudán del Sur, Egipto e Israel.

Aunque parece que la OPAQ ha avanzado mucho en el control de las materias primas y la destrucción de los arsenales y depósitos, en este último verano de 2016 sigue habiendo denuncias sobre el uso de cloro en Siria. Debido a los esfuerzos realizados desde su creación y a su actuación en la guerra de Siria, la OPAQ recibió el Premio Nobel de la Paz en 2013.

Los españoles podemos sentirnos orgullosos, pues contamos con el Laboratorio de Verificación de Armas Químicas (LAVEMA), uno de los 19 designados por la OPAQ y el único de habla hispana, razón por la que se le ha encargado formar a los científicos de Latinoamérica y Caribe en cuanto a legislación y procedimientos técnicos de análisis y síntesis en materia de agresivos químicos y sustancias relacionadas, así como crear y liderar una red de laboratorios de habla hispana.

El LAVEMA (establecido en el Campus La Marañosa del INTA) cuenta con un equipo entusiasta y altamente cualificado que aborda los nuevos retos que continuamente plantea la OPAQ, como es el caso de incrementar las capacidades, hasta ahora sobre muestras medioambientales, a muestras biomédicas, algo que supondrá una profunda transformación en cuanto a equipos y métodos de trabajo. Para ello, seguirá contando con la inestimable colaboración del Departamento de Química Orgánica de la Universidad Complutense de Madrid y el apoyo continuo de la Autoridad Nacional para la Prohibición de las Armas Químicas (ANPAQ).



Figura 10. Logotipo de la OPAQ



Figura 11. Equipo humano del LAVEMA



Figura 12. Acreditaciones del LAVEMA

Muy a nuestro pesar, el conocimiento científico de los químicos no siempre ha estado al servicio del bien común o del interés de los estados, e Internet constituye hoy una poderosa herramienta para el bien y para el mal. Por la “red oscura” circulan recetas para la fabricación de sustancias de todo tipo y compuestos explosivos fabricados con reactivos disponibles en droguerías y farmacias. Tal es el caso del explosivo que carga los cinturones de los suicidas cuyas acciones conmovieron los cimientos de París y Bruselas a principios de 2016: es la denominada Peroxiacetona o triperóxido de triacetona (TATP), que se fabrica a base de acetona (del quitaesmalte de las uñas), agua oxigenada (del botiquín), ácido sulfúrico (de la batería del coche), bicarbonato sódico (del súper del barrio) y mucho hielo (del congelador). El resultado es un explosivo un 60% más potente que la trilita (TNT) pero sumamente inestable, ya que resulta sensible a la chispa, al golpe y al roce.

Hoy se fabrican en La Marañosa pequeñas cantidades de este tipo de explosivo y de otros muchos con el fin de adiestrar a las unidades cinológicas de las Fuerzas Armadas y de los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado, contribuyendo con ello al incremento de la seguridad general de nuestros conciudadanos.

Además de estas actuaciones, se trabaja en el desarrollo de nuevos sistemas de detección electrónica remota tanto de agentes químicos como biológicos y en la mejora de los Equipos de Protección Individual y de descontaminación, algo que precisa del concurso de la industria y las universidades.

## CONCLUSIONES

Muchos de los avances de la química moderna han sido impulsados por las necesidades de los ejércitos y la guerra; los químicos han trabajado contrarreloj durante las contiendas para mejorar las capacidades propias frente a las del enemigo tanto en cuanto a la ofensa como a la defensa. En muchos casos el resultado de la investigación y el desarrollo no nos hace sentirnos orgullosos, pero los avances han quedado y su aprovechamiento en el ámbito externo a la Defensa ha supuesto en muchos casos mejoras inesperadas para las sociedades modernas. Basta como ejemplo citar el desarrollo de propulsores sólidos, lo que ha permitido lanzar constelaciones de satélites artificiales y disfrutar de sistemas como GPS (Global Positioning



Figura 13. Forma de envío de muestras por parte de la OPAQ en simulacro real



Figura 14. Sala de microsíntesis. Uno de los laboratorios del LAVEMA



System). Por tanto, química y defensa han aportado múltiples ejemplos de sinergia. Se trata, pues, de un matrimonio de conveniencia.

He pretendido poner de manifiesto la tradicional necesidad que la Defensa tiene de la Química y la enorme importancia que el trabajo de los químicos tiene para la seguridad de las sociedades modernas y la defensa del bienestar general —de ahí el título del artículo—. El lector podrá juzgar por sí mismo si lo he logrado o me he quedado lejos del objetivo perseguido.

#### AGRADECIMIENTOS

He escrito este artículo por iniciativa del profesor Miguel Ángel Sierra, del Departamento de Orgánica de la UCM. Sucedió durante un curso de verano en El Escorial (2016). Le agradezco a él, al Departamento al completo y a la revista *Anales de Química*, la confianza depositada en mí.

Asimismo, me gustaría agradecer el trabajo, callado y sumamente eficiente, del personal a mis órdenes que, bajo la dirección de doña Esther Gómez Caballero, permiten al LAVEMA ser una realidad al servicio de la OPAQ y de los españoles.

#### BIBLIOGRAFÍA

- [1] VV.AA. *Resumen de las conferencias dadas en la Fábrica Nacional de Productos Químicos de Alfonso XIII*. Ed. Memorial de Artillería. **1928**.
- [2] Rudolf Hanslian. *Vol 1. Der Chemische Krieg*. Verlag Von E. S. Mittler & Sohn. **1937**.
- [3] Julius Meyer. *Vol IV. Der Gaskampf und die chemischen kampfstoffe*. Verlag Von S. Hirzel in Leipzig. **1926**.
- [4] C.H. Foulkes. "Gas!" *The Story of the Special Brigade*. Ed. William Blackwood & Sons Ltd. **1936**.
- [5] Juan C. Zamorano Guzmán. *Una memoria para la historia*. **2000**.
- [6] René Pita. *Armas químicas. La Ciencia en manos del Mal*. Plaza y Valdes Ed. **2008**.

