

¿Nuevos explosivos militares?

Por **LORENZO PEREZ PARDO**

Comandante de Aviación

Nuevamente llegan a nosotros noticias sobre la aparición en el campo de batalla de explosivos rompedores dotados de unas características muy superiores a las que hasta el presente tienen los explosivos militares. La noticia fué acusada en el parte oficial alemán al iniciarse la victoriosa ofensiva sobre la península de Kerch, aunque sin comentario alguno sobre la constitución del explosivo; pero las informaciones de Prensa fueron las que, más explícitas, nos decían que se trataba de bombas y proyectiles cargados con aire comprimido, atribuyendo a aquéllos unas propiedades destructoras desconocidas hasta el presente para estos medios de lucha.

Es la segunda vez a lo largo de esta campaña que estamos en presencia de un hecho análogo, porque ya en la victoriosa ofensiva alemana del año 1940, cuando resultaron inútiles las cuidadas fortificaciones belgas y francesas, hubo necesidad de admitir la existencia de un poderoso explosivo de características superiores a la trilita y al ácido picrico, normalmente utilizados como explosivo reglamentario hasta entonces por las naciones en lucha.

Pero en aquella época la industria militar tenía ya fuera del terreno experimental esos dos nuevos explosivos, llamados tetranitrato de pentaeritrita (péntrita) y trimetilentrinitroamina (hexógeno o T₄), que habían nacido con posterioridad a la pasada guerra europea como consecuencia de la imperiosa necesidad de dotar a los pequeños proyectiles antitanques y antiaéreos de cargas explosivas lo suficientemente poderosas para producir efectos apreciables sobre los blancos a que se destinan; explosivos aquellos que hubo que buscarlos entre los derivados nitrados de compuestos de la serie acíclica, porque se creía ya agotada la obtención de nuevos explosivos procedentes de la nitración de los compuestos aromáticos.

Con la adaptación de esos dos nuevos explosivos a todas las armas que hoy intervienen en el combate se decidió, una vez más, la victoria del cañón sobre la coraza y las fortificaciones belgas y francesas, así como los blindajes de sus tropas acorazadas, que indudablemente estaban preparadas para resistir los elementos de lucha conocidos, cedieron al empleo de los nuevos explosivos.

Pero han pasado ya dos años desde entonces, y por tanto, es natural suponer que en la construcción de las poderosas fortificaciones de la península de Kerch se habrá tenido en cuenta la capacidad de destrucción de las armas que ya eran conocidas, y en consecuencia cabe admitir que en el éxito logrado con la destrucción fulminante de esas fortificaciones juega un papel de importancia el explosivo utilizado por la Artillería y la Aviación, y mucho más es de creer si, como decimos, las informaciones periodísticas vienen confirmadas en el parte oficial del Alto Mando de las fuerzas armadas alemanas.

Pero al reflexionar sobre la posibilidad de que el elemento constitutivo del nuevo explosivo sea únicamente aire comprimido, quizá nos parezca que hayan querido referirse los corresponsales de guerra a la posibilidad del empleo de proyectiles y bombas cargadas con aire líquido; pero además nos hablan de considerables elevaciones de temperatura en el momento de la explosión, que no se producirá, con toda seguridad, por el solo hecho de pasar rúevamente al estado gaseo-

so la masa de aire líquido encerrada en el interior de la bomba. Además, las propiedades físicas del aire líquido nos ponen de manifiesto cuántos inconvenientes tiene para el fin perseguido, empezando por el mismo estado de la materia. Los dos componentes que en proporción apreciable entran en su composición, oxígeno y nitrógeno, varían constantemente, y en consecuencia, el punto de ebullición de la mezcla. Esto es debido al diferente punto de ebullición de dichos componentes (—182,5 para el oxígeno y —195,5 para el nitrógeno), que hacen que ni en el momento de su obtención por los procedimientos industriales se encuentre el oxígeno en la proporción de 21 por 100 que se admite para el aire gaseoso, pues, como consecuencia del diferente punto de ebullición en la obtención del aire líquido, se condensa primeramente mayor cantidad de oxígeno que de nitrógeno, y una vez obtenido el estado líquido se evapora más nitrógeno que oxígeno, y en consecuencia la mezcla se va enriqueciendo progresivamente en oxígeno.

Por tanto, el punto de ebullición de la mezcla no tiene constantemente un valor fijo, sino que varía desde —195,5 hasta —182,5; de modo que a las temperaturas normales el aire líquido se mantendrá siempre en ebullición, siendo necesario conservarlo en recipientes abiertos, y en caso de ser cerrados deberán ir provistos de válvulas de seguridad, por las considerables presiones que pueden llegar a alcanzarse.

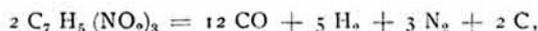
La densidad, por las mismas razones expuestas, tampoco tendrá un valor fijo, ya que será función de la proporción de oxígeno contenido en el aire líquido, y se puede establecer que las variaciones de densidad con relación a aquella proporción están comprendidas entre los límites siguientes:

% O ₂ ...	21	49,9	63,9	65,3	68,8	74,4	76,45
d	0,9	0,984	1,028	1,034	1,039	1,066	1,074

y en consecuencia podemos, tomando un valor medio, suponer que un litro de aire líquido pesa un kilo.

Desde nuestro punto de vista, para prever los efectos explosivos que pudiera desarrollar el aire líquido en su brusca transformación en gas, habrá que tener presente el incremento de volumen experimentado en esta transformación, pudiendo establecerse que cada litro de aire líquido se transforma en 800 litros de aire gaseoso a la presión normal y a la temperatura de veinte grados.

Este aumento de volumen por kilo de aire líquido es inferior al que proporciona un kilo de cualquiera de los explosivos utilizados generalmente para la carga de bombas y proyectiles, pues para la trilita, por ejemplo, si admitimos como ecuación de descomposición



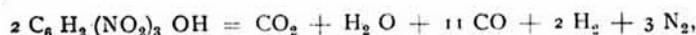
el volumen molecular será igual:

$$V_{om} = 10 \times 22,412 = 224,12 \text{ litros.}$$

y el volumen por kilo de explosivo a cero grados y a veinte, respectivamente, serán:

$$V_{oK} = \frac{224,12 \times 1.000}{227} = 987 \text{ litros } V_{20K} = 1.059 \text{ litros.}$$

Para el ácido picrico, suponiendo que su ecuación de descomposición sea



se tendría, análogamente:

$$V_{om} = 201,708 \text{ litros,}$$

$$V_{oK} = 880 \text{ litros,}$$

$$V_{20K} = 944 \text{ litros.}$$

En ambos casos el volumen de gases desprendido sería superior al que desprende el aire líquido.

Pero además el trabajo desarrollado por la expansión de un kilo de aire líquido resulta considerablemente inferior al trabajo que es capaz de desarrollar un kilo de cualquiera de los otros dos explosivos, pues en el primer caso aquél vendría determinado por el trabajo realizado en una dilatación mecánicamente reversible, que es igual:

$$T = \int_{V_1}^{V_2} p \cdot dv = p (800-1) = p \cdot 799;$$

y expresando p en kilos por metro cuadrado y el volumen en metros cúbicos para obtener kilogrametros, se tendría:

$$T = 10,33 \times 0,799 = 8,253,670 \text{ kgm.} = 8,253 \text{ Tm};$$

para lo que sería necesario suministrarle por algún procedimiento el calor necesario para aquella transformación.

Esta energía es sumamente exigua si se la compara con la energía potencial de un kilo de trilita o de picrinita, cuyo valor vamos a deducir de las mismas fórmulas de descomposición que hemos expresado, teniendo en cuenta los calores desprendidos en ambas explosiones.

Para una molécula de trilita su calor de formación es igual a 7,7 calorías, y como el calor de formación del óxido de carbono es igual a 26,1 calorías, el calor desprendido a presión constante por las dos moléculas de trilita será igual:

$$26,1 \times 12 - 7,7 \times 2 = 297,8 \text{ cal.},$$

y el desprendido por una molécula a volumen constante será igual:

$$Q_{mv} = \frac{1}{2} \cdot 297,8 \quad 0,5724 \times \frac{1}{2} \cdot 20 = 148,9 \quad 5,724 = 154,62 \text{ cal.},$$

y por kilo de explosivo,

$$Q_{kv} = \frac{154,62 \times 1.000}{227} = 681,145 \text{ cal.},$$

y la energía potencial,

$$T = 681,145 \times 425 = 289,486 \text{ Tm.}$$

Análogamente, para el ácido picrico obtendríamos:

$$Q_{mp} = 173 \text{ cal.},$$

$$Q_{mv} = 173 \quad 0,572 \times 9 = 178,148 \text{ cal.},$$

$$Q_{kv} = \frac{178,148 \times 1.000}{229} = 777 \text{ cal.},$$

$$T = 777 \times 425 = 330,225 \text{ Tm.}$$

Pero además, aun en el caso de haber obtenido cantidades sensiblemente iguales, no por eso los efectos de la explosión serían semejantes, pues haría falta agregar, como condición final, que el cambio de estado del aire líquido se llevara a cabo con una rapidez equivalente a las velocidades de detonación de la trilita y de la picrinita, que alcanzan los 6.700 y 7.500 metros por segundo, respectivamente.

Aún podríamos agregar como desventaja de la mezcla O_2 y N_2 la pequeña densidad que tiene con relación a la de los dos explosivos citados, pues aun en el caso de suponer la mezcla muy rica en oxígeno, la densidad tendría un valor ligeramente superior a 1; es decir, que se alcanzarían, a lo más, densidades de carga un tercio inferiores a las conseguidas empleando trilita o ácido picrico.

Por todo esto, más probable que la suposición que estamos haciendo, y puesto que, como hemos dicho, existe elevación de temperatura en el momento de la explosión, hay que pensar que haya también una combustión, es decir, un proceso de oxidación semejante en todo al que ocurre en los demás regímenes de explosión, pero en el cual el elemento oxidante sea el oxígeno puro contenido en el aire, y el combustible, cualquier otro elemento capaz de tal oxidación.

Las mezclas explosivas así constituidas corresponden a patentes alemanas del año 1892, y han sido ensayadas hace bastantes años; tuvieron su primera aplicación en la perforación del túnel del Simplón, el año 1899; sin embargo, en aquella época tenía el explosivo, además de los inconvenientes que aún conserva, el de obtenerse a un precio muy elevado, si bien durante la pasada guerra europea se logró fabricar a un precio razonable, cuando hubo necesidad de hacer aplicación de tales explosivos (por parte de los Imperios centrales, como consecuencia del bloqueo a que se vieron sometidos) en la explotación de las minas de Lorena y Silesia; pero siempre fué su aplicación para fines industriales.

Después del año 1918 el empleo de estos explosivos en las minas disminuyó considerablemente, continuando empleándose en cantidades relativamente importantes en Lorena, en Méjico y en América del Norte.

Entre las sustancias combustibles que generalmente entran en la composición de estas mezclas explosivas, el carbón figura en primer lugar, ya que en sus dos grados de oxidación, bajo forma de óxido de carbono o bajo forma de anhídrido carbónico, desprende considerable número de calorías, y además permite con facilidad regular la proporción de las sustancias oxidante y combustible, de manera que se obtenga un explosivo de combustión completa o no, consiguiéndose en el segundo caso obtener mayor volumen de gases que en el primero, en el cual, por el mayor calor de formación del anhídrido carbónico, se puede obtener en cambio una temperatura más elevada y mayor velocidad de descomposición, que aumentará también la potencia desarrollada por el explosivo.

Otras sustancias combustibles son también susceptibles de entrar en la composición del explosivo, tales como la pulpa de madera, algodón, parafina, hidrocarburos e incluso aluminio y manganeso; estos dos últimos como combustibles complementarios, ya que sin producir gases en su oxidación elevan considerablemente la temperatura.

La sensibilidad del explosivo es variable según la sustancia combustible empleada, y entre las que hemos citado resulta mínima con la pulpa de madera y máxima con los hidrocarburos.

Las sustancias combustibles, cuando son sólidas, deberán absorber el aire líquido, formando explosivo del tipo, en su constitución, a las dinamitas de base activa, y como no siem-

pre el poder absorbente de aquellos cuerpos será suficiente a retener la cantidad de oxígeno necesario para su combustión total, en estos casos habrá que agregar a la mezcla más aire líquido, absorbido en diatomita o en cualquier otra sustancia porosa e inerte.

En el caso en que la materia combustible fuera también líquida o pastosa a la temperatura del oxígeno líquido, entonces combustible y comburente deberán ambos ir embebidos y en la proporción necesaria para la combustión total del primero.

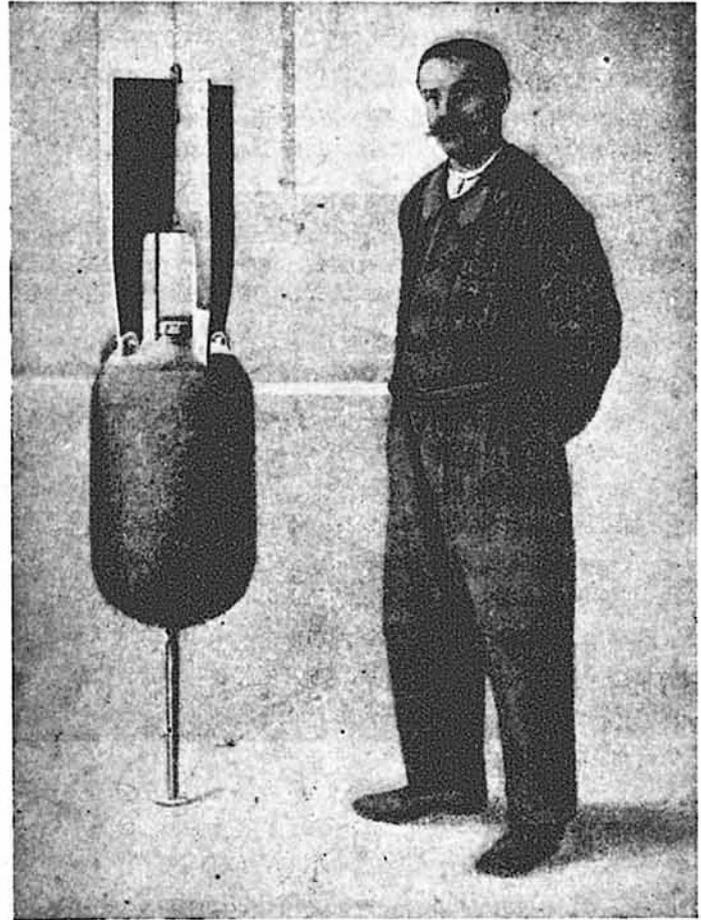
En el cuadro siguiente se indican los gramos de oxígeno absorbidos por gramo de las diversas sustancias, y asimismo el número de gramos de oxígeno necesarios para su combustión completa:

SUSTANCIAS	O ₂ absorbido por gramo	O ₂ necesario para la combustión
Pulpa de madera..	2,4	1,37
Algodón.	3,0	1,18
Negro de humo...	2,3	2,7
Polvo de carbón..	0,7	2,0
Carbón de madera.	2,67	2,67
Diatomitas.....	3,0	»

El gran inconveniente de este explosivo para fines militares ha sido siempre que los dos componentes, oxígeno líquido y materia combustible, hay que mantenerlos separados hasta el momento de su aplicación, llegado el cual se sumerge la sustancia combustible en el baño de aire líquido para que absorba la cantidad de oxígeno necesario, procediendo inmediatamente a darle fuego, porque la evaporación rápida del oxígeno le hace perder eficacia al explosivo y la potencia está sujeta a una gran variación, que es función de este tiempo, y no faltan opiniones que hagan esta potencia comparable, en sus primeros momentos, a la de la nitroglicerina.

El hecho de tener que preparar uno a uno cada artefacto de éstos que queramos utilizar nos hace comprender la imposibilidad de su empleo para la carga de bombas de Aviación; pero si así ha sido y aquél se ha conseguido, soslayando su gran inconveniente, no nos encontraremos de todas las maneras ante un hecho nuevo, pues en la pasada guerra de 1914 al 18 los aviones franceses arrojaron bombas cargadas con explosivos que tenían en su constitución aire líquido, y cuya realización se llevó a cabo siguiendo la técnica de las bombas Arsenval-Claude, en la cual no se excluye el inconveniente que hemos dicho, sino que también entonces había que preparar el explosivo en el momento de su empleo, y que al decir de sus autores, no era más que un pequeño inconveniente al lado de las enormes ventajas que reportaba.

Tenía la bomba un peso total de 50 kilos, de los cuales 20 lo eran de explosivo, que equivalían a 30 de melinita, y cuya potencia se pudo comparar a la de dos granadas de 15,5. El artefacto tenía el aspecto que representa la figura 1. Era un recipiente de acero, de 25 litros de capacidad, con un espesor de paredes de un centímetro, el cual, como consecuencia de la baja temperatura de la mezcla explosiva, se hacía lo suficientemente frágil para lograr en su explosión una fragmentación excelente y de unos efectos sumamente mortíferos. Este recipiente llevaba una envuelta de fieltro, para aislarle de la temperatura ambiente y disminuir la presión interior; el estabilizador obedecía a normas generales y consistía en dos chapas de palastro, dispuestas perpendicularmente, en todo semejantes a las que hoy se emplean para estos fines.



Prolongando la ojiva llevaba la bomba un tubo de hierro, el cual, en el momento de tomar contacto con el suelo, accionaba un percutor con fulminante, que era colocado por el bombardero en el instante mismo del lanzamiento.

La parte alta del recipiente estaba cerrada por un disco que podía fácilmente quitarse, y esto permitía llenar cómodamente el recipiente con la pasta explosiva; operación que se hacía con facilidad, pero que exigía algunas operaciones preliminares.

El oxígeno líquido se transportaba a los lugares de carga de bombas en grandes depósitos, que contenían una tonelada y estaban protegidos por una materia aislante con objeto de disminuir las pérdidas por evaporación, que de esta manera no excedían de un 7 por 100 diario.

De estos grandes depósitos, y por medio de una llave de paso, como si se tratara de extraer agua, se vertía el oxígeno en otro recipiente más pequeño, en el que se sumergían después un cierto número de sacos de tela conteniendo negro de humo a la densidad conveniente. Con la pasta así obtenida se procedía luego al relleno de la bomba.

Esta operación se hacía, como hemos dicho, sin dificultad, y la preparación de una bomba duraba, aproximadamente, un cuarto de hora, y en preparar una docena de bombas se tardaba alrededor de cuarenta minutos, tiempo que entonces no se juzgaba exagerado, porque las órdenes de partida de los aviones iban seguidas de otras series de preparativos que también retardaban la salida.

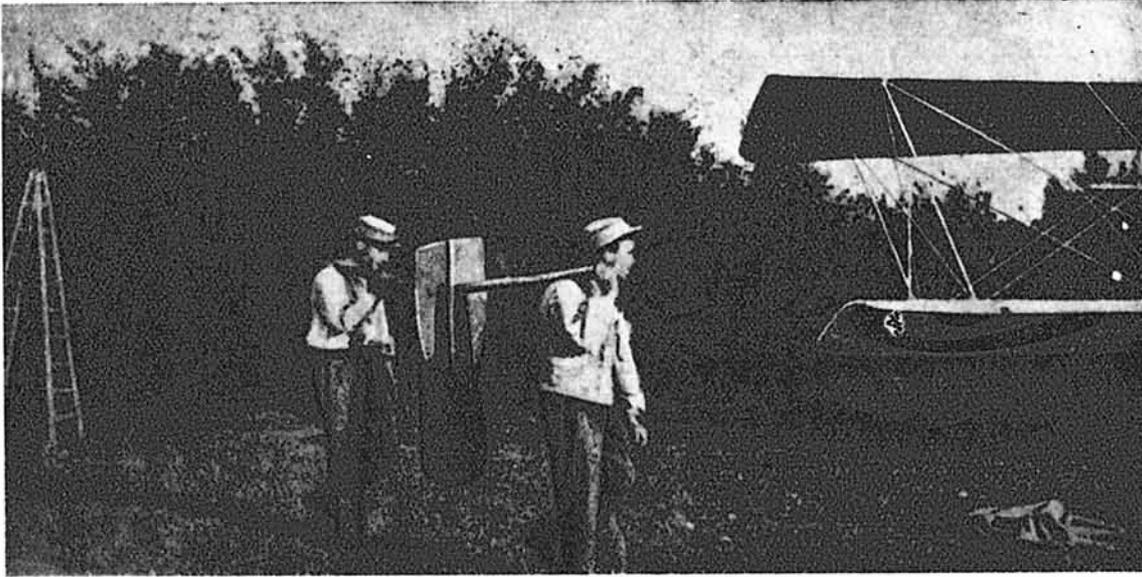
La duración de las bombas era, aproximadamente, unas dos horas y media, conservando al cabo de tres una potencia muy apreciable.

En la época a que nos estamos refiriendo, el tiempo de duración de la bomba era más que suficiente, ya que los servicios de los aviones tenían una duración de tres horas, poco más o menos, comprendido su regreso.

Las pruebas de estabilidad al choque del explosivo fueron hechas sólo con el fin de comprobar si un aterrizaje forzoso con bombas, que pudiera ser violento, determinaba la explosión de las mismas; para ello se las sometió al efecto del choque de la bomba contra el suelo lanzándola desde una altura de diez metros, sin colocar, naturalmente, el percutor. Este ensayo se llevó a cabo suspendiendo la bomba de la altura

cabo con bombas que contenían 25 kilos de explosivo; su lanzamiento se hizo en un bosque próximo a San Quintín, y sus efectos fueron que en un círculo de 25 metros de diámetro todos los árboles, hasta aquellos cuyo diámetro era ligeramente superior a 25 centímetros, fueron enteramente segados a ras del suelo y proyectados fuera del círculo, quedando éste materialmente desnudo y cubierto solamente por una capa de varios centímetros de fina polvareda, procedente de las hojas trituradas.

Pero no obstante los efectos de las bombas cargadas con mezcla explosiva a base de oxígeno líquido, su uso no se ge-



dicha por medio de una cuerda, la cual se rompía por la explosión de un detonador, produciéndose entonces la caída; en cuantos ensayos análogos se hicieron no se produjo ninguna explosión.

La seguridad de fuego estaba conseguida plenamente, y no se ha producido ni un solo fallo en las 300 bombas lanzadas entre los años 1914 y 1918, no siendo recomendable para este fin el empleo del fulminato de mercurio, pues el enfriamiento producido por la evaporación provoca la condensación del vapor de agua, que origina fallos, siendo el más indicado el de nitrato de plomo.

Las pruebas de explosión que se realizaron se llevaron a

neralizarse, a pesar de los inagotables recursos que de la primera materia se disponía y de tratarse también de una época en la que Francia se vio comprometida para asegurar el abastecimiento de explosivos en el frente de combate.

Estos datos, únicos que poseemos sobre la aplicación para usos militares de explosivos a base de oxígeno líquido, nos manifiestan hasta qué punto, en caso de ser cierta su aplicación, han tenido que ser vencidos todos los inconvenientes que en aquella época presentaba su empleo en las bombas de Aviación, tales como la preparación de las bombas momentos antes de dar un servicio, la colocación en vuelo de los artificios de fuego y asimismo la poca duración de su potencia máxima.

