

# La superbomba "H"

Por LUIS GAYA

Teniente Coronel Farmacéutico del Aire.

Desde que los americanos lanzaron la primera bomba atómica sobre la ciudad japonesa de Hiroshima y se hizo público el nuevo principio, viene constituyendo una preocupación enorme, más exaltada con las noticias aisladas de algunos detalles de su fabricación, de sus efectos o de su política, hasta el punto que raro es el día que la Prensa no trae algún reflejo de tal preocupación.

Constituye un jalón en el desenvolvimiento de los principios atómicos la declaración del Presidente Truman, de enero último, sobre la prosecución de estos estudios y la puesta a punto de la "superbomba". Todavía permanece ignorado, al menos para la mayoría de los pueblos, los detalles de la bomba atómica, aunque el principio es bien conocido y claro su concepto, pues el secreto no reside en él, sino en las instalaciones, el utillaje, la capacidad de producción, que en forma de cadena proporciona todos los medios necesarios, y una investigación científica continuada, establecida por un plantel de sabios, con una división de trabajos conducentes todos al mismo interés común que sólo los grandes peligros pueden aunar. No nos equivocaremos si aseguramos que, como consecuencia de la última guerra, se ha adelantado en muy poco tiempo lo que en cincuenta años no se hubiera realizado.

Pero vemos, por otra parte, que mediante algunos miembros de este equipo de investigadores, los detalles o secretos llegan a donde no debieran llegar. Para la mayoría del resto de los pueblos, en el fondo es lo mismo llegar a conocer tales secretos o no, pues carecen de las condiciones apuntadas para llegar a una realización práctica de la construcción en serie normal de estos explosivos y bombas nucleares.

Con las supuestas explosiones atómicas en Rusia, y con la correspondiente réplica a las mismas dada por el Presidente Truman, da comienzo, por decirlo así la carrera de las armas atómicas.

Tratamos aquí de hacer una pequeña reseña de los últimos trabajos, de la manera más sucinta y pasar revista a aquellas reacciones nucleares que pudiesen constituir la base de esta "superbomba", que tanto está dando que hablar antes de nacer.

## Estabilidad del núcleo.

Los átomos están constituidos por un núcleo y por un sistema planetario, por decirlo así; el núcleo a su vez lo está por protones y neutrones, masas determinadas de peso fijo que le dan carácter y peso a los átomos; el sistema planetario está constituido por electrones que giran a gran velocidad alrededor del núcleo. Pero, como hemos dicho, lo que le da carácter y peso es el núcleo; de modo que a través de este trabajo sólo nos ocuparemos del núcleo, aunque el sistema planetario tiene una grandísima importancia en esta clase de reacciones, pues es una coraza que hay que atravesar para llegar al núcleo, y por tanto, hay que contar con ella en todo momento.

La estabilidad del núcleo trata de explicarse con distintas hipótesis, que principalmente están representadas por la Fracción de empaquetamiento y por el Equilibrio-tensión superficial-repulsión electrostática.

1. *Fracción de empaquetamiento.*—Las masas que constituyen el núcleo no son aditivas, pues al formar el nuevo cuerpo no resulta el peso de la suma de sus componentes, sino algo menor; esta falta de peso es lo que se transforma en energía, que según la ecuación de Einstein, es cifrado, como luego veremos. El núcleo es tanto más estable cuanto mayor es la disminución de la masa con relación a las masas de los componentes; esta disminución es lo que se llama "Fracción de empaquetamiento", siendo ésta igual a cero cuando el núcleo pesa igual que sus componentes. En el gráfico de la figura 1 se refleja la relación de la fracción de empaquetamiento con el peso atómico de los elementos; como se ve por

la curva, los elementos ligeros y pesados son los que tienen una fracción positiva; mientras que los intermedios la tienen negativa, y por tanto, más estables, ya que si estos elementos se convirtiesen en otros, la masa total de estos últimos sería algo mayor

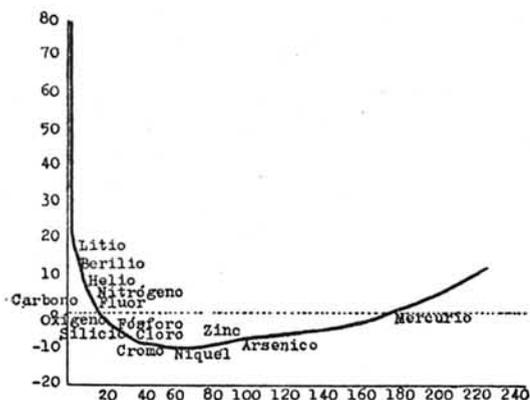


Fig. 1.

que la de sus reaccionantes, y por tanto, debería comunicarse una cierta cantidad de energía para que la reacción tuviese lugar; mientras que en los que tienen fracción positiva esta clase de reacciones irá acompañada de desprendimiento de una gran cantidad de energía.

2. *Equilibrio tensión superficial-repulsión electrostática.*—Si consideramos el núcleo como un fluido, éste está sometido a dos fuerzas: una que tiende a aglutinar y ocupar el menor sitio posible y que podemos considerarla como tensión superficial, y la otra, que tiende a separar estos elementos constitutivos del núcleo y que llamamos repulsión electrostática. Indudablemente, en condiciones normales, estas fuerzas están en equilibrio y constituyen la estabilidad del núcleo, estabilidad tanto mayor cuanto la diferencia de estas dos fuerzas sea menor o nula y que está relacionada de la siguiente manera: considerando el núcleo como una esfera, la tensión superficial es proporcional a la superficie, y por consiguiente, al cuadrado del radio, como su contorno es proporcional a la raíz cúbica de la masa atómica; por tanto, podemos decir que la tensión superficial está en proporción de  $2/3$  de la masa atómica. Por otra parte la repulsión electrostática es proporcional a la

carga eléctrica en la relación de  $5/3$ , y como su contorno es proporcional a la masa atómica, podemos decir que la repulsión electrostática varía en la proporción de  $5/3$  de la masa atómica.

Como consecuencia de todo esto, a medida que recorremos la tabla de los elementos del hidrógeno al uranio, la repulsión electrostática aumenta en mayor proporción que la tensión superficial; lo que explica que un elemento ligero violentamente deformado vuelva a su forma esférica, mientras que los elementos más pesados, con repulsión más fuerte, en iguales circunstancias, son fraccionados.

En la figura 2 se ha representado la curva de los elementos ordenados por su número atómico con la cantidad de energía precisa o desprendida para la ruptura de su núcleo; esta energía se expresa en millones de electrovoltios MeV. El MeV equivale a  $1,6 \times 10^{-6}$  ergios, o a  $4,4 \times 10^{-20}$  kilowatios/hora. Estos estudios son debidos al profesor Niels Bohr, sabio danés que imaginó la estructura del átomo, y a J. A. Wheeler.

**Fisión y fusión como fuentes de energía.**

En la tabla núm. 2 vemos que el uranio en su ruptura en dos mitades libera aproximadamente 200 MeV.

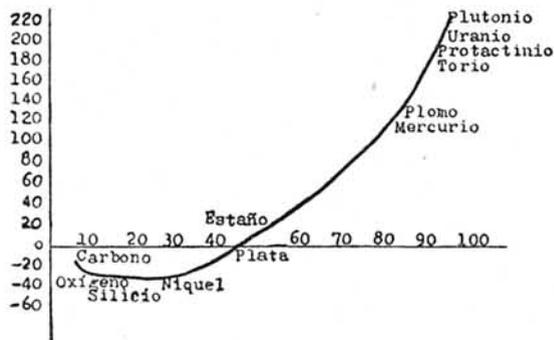


Fig. 2.

Sabemos por física que la cantidad de electricidad que soporta una esfera es proporcional a su radio, y como el radio de cada mitad es 1,26 veces menor que el primitivo, el total de las dos cargas es más pequeña que la carga inicial exactamente en un 37

por 100 menos; en este caso particular, ese 37 por 100 es igual a 200 MeV y representa la famosa energía atómica de fisión o de ruptura. En el cuadro de la figura 3 podemos ver que por debajo de la plata es la tensión superficial la que domina, y que la

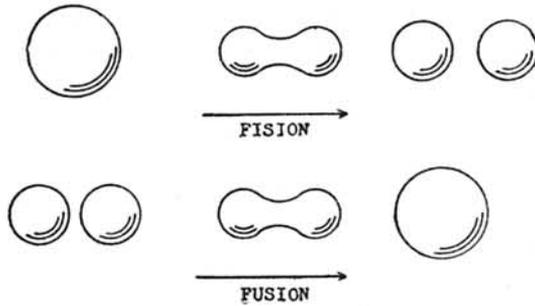


Fig. 3.

fisión no proporciona energía, sino que, por el contrario, hay que proporcionársela para lograr tal efecto.

Cuando dos gotas de mercurio se juntan, fundiéndose en una misma esfera y formando una gota más gruesa, reducen, como es lógico, su superficie en un 20 por 100. Lo mismo ocurre con los núcleos ligeros; la tensión superficial les obliga a juntarse, y esta tensión libera una cantidad de energía correspondiente a la reducción de la superficie, que corresponde a razón de  $93 \times 10^{28}$  ergios por centímetro cuadrado (fig 3).

*El Hidrógeno, el Deuterio y el Tritio.*—El Hidrógeno es el átomo más sencillo, constituido su núcleo por un protón, y girando alrededor del mismo un electrón (fig. 4). Además del Hidrógeno ordinario, no hace mucho se descubrió un isótopo del mismo, más pesado, y cuyo núcleo está formado por un protón y un neutrón; este último elemen-



Fig. 4.

to le aumenta el peso, pero no sus caracteres. A este cuerpo se le llamó "Deuterio" y se obtuvo del agua pesada. A pesar de su no

larga vida tiene este cuerpo su historia, y en los azares de la última contienda constituyó motivo para organizar ataques y crear aventuras más o menos novelescas.

Además del Deuterio existe otro isótopo del Hidrógeno, llamado "Tritio", cuyo núcleo está constituido por un protón y dos neutrones; este isótopo es radiactivo, y por tanto, inestable, teniendo una constante de semi-desintegración de quince años aproximadamente; no se ha detectado en la naturaleza; pero se puede preparar artificialmente bombardeando con neutrones ciertos cuerpos, principalmente el Deuterio, y parecer que su descubrimiento se debe a las pías atómicas donde se ponía Deuterio o agua pesada como moderador.

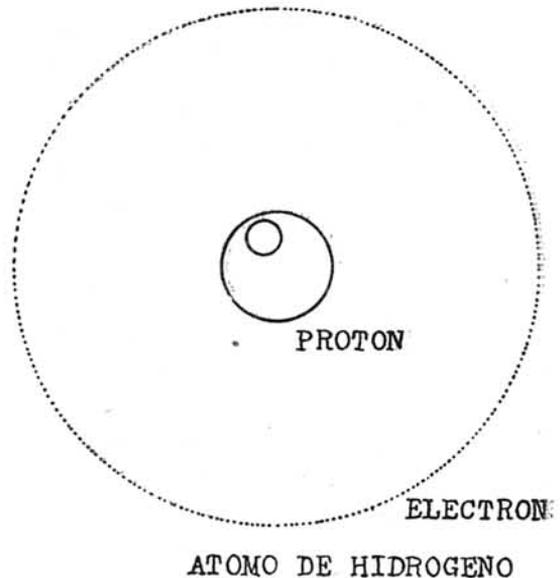


Fig. 5.

En la figura 5 aparecen los tres hidrógenos conocidos con sus respectivos pesos.

El Tritio parece que es objeto de intensos trabajos de investigación, aureolados por una gran propaganda encerrada al mismo tiempo en cierto misterio.

Sin duda es el cuerpo más indicado para las reacciones de fusión, actuando con distintos cuerpos, como luego veremos, y su utilización en la "superbomba" parece segura. Ya ha merecido el sobrenombre de *combustible atómico*.

**Clases de reacciones posibles en la superbomba.**

Comenzaremos por la formación de Helio a partir de Hidrógeno. Esta reacción, al parecer tan sencilla, es la más difícil de realizar, mejor dicho, que sepamos es imposible hasta la fecha; requiere cerca de 20 millones de grados y unos cuantos millones de años. Esta reacción, llamada por los astrofísicos "Ciclo de Bethe", como veremos por

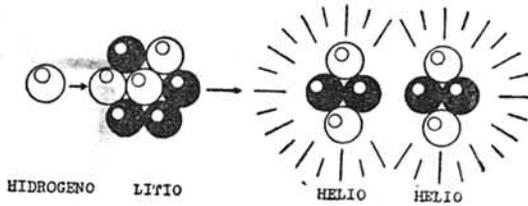
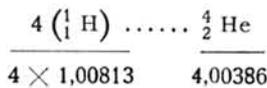


Fig. 6.

los cálculos, experimenta en la reacción una pérdida de peso del 7 por 1.000, que se transforma en energía; al parecer es por esta reacción por la que el Sol transforma cuatro millones de toneladas por segundo en Helio y energía; se supone que el núcleo del carbón es el que actúa de catalizador o portador de neutrones.

La ecuación sería:



4 × 1,00813	4,03252
Peso del Hidrógeno que interviene.	4,03252
Peso del Helio que se forma ... ..	4,00386
<b>Diferencia ... ..</b>	<b>0,02866</b>

Esta diferencia se transforma en energía. Y vemos que aplicando la ecuación de Einstein:

$$E = m \cdot c^2$$

Energía es igual al peso por la velocidad de la luz al cuadrado; en la cual, si el peso se expresa en gramos y la velocidad de la luz en centímetros, la energía viene expresada en ergios.

En resumen pierde aproximadamente el 7 por 1.000; y como hemos indicado anteriormente, dadas sus particulares condiciones, esta reacción está vedada, a pesar de su magnífico porcentaje de desprendimiento de energía.

**Litio-Hidrógeno-Helio.**—Esta reacción experimentada por primera vez en el año 1932 por Cockcroft y Walton (fig. 6), consiste en

que al núcleo del Litio le es asociado un protón (núcleo del Hidrógeno) y produce dos átomos de Helio. Verificando el equilibrio másico, tenemos:

Hidrógeno.. ... ..	1,00813	
Litio ... ..	7,01818	
	<hr/>	8,02631
Helio ... ..	4,00386	8,02631
Helio. ... ..	4,00386	8,00772
	<hr/>	0,01859

Como se ve, la liberación de energía es del orden de un 2 por 1.000; es relativamente factible, está experimentada y es probable que forme parte (como cebo o como fuente de energía incipiente) en la "superbomba". Cada siete gramos de Litio transformado libera una cantidad de energía equivalente a 400.000 kw/h. Para la realización de esta reacción es necesario comunicar al núcleo del Hidrógeno la velocidad requerida para fundirse con el núcleo del Litio, lo cual se consigue por dos únicos medios: la temperatura y la diferencia de potencial. Del primer factor no tenemos datos; pero del segundo sabemos que es preciso establecer una diferencia de potencial de 700.000 voltios.

**Deuterio-Helio.**—En el Deuterio, Hidrógeno pesado obtenido del agua pesada, a muy elevada temperatura se unen dos núcleos, produciéndose un átomo de un isótopo del Helio (o Helio 3), liberando un neutrón (figura 7). Verificando la ecuación tendremos:

Deuterio... ..	2,014722	
Deuterio... ..	2,014722	
	<hr/>	4,029444
Helio 3 ... ..	3,01711	4,029444
Neutrón ... ..	1,00897	
	<hr/>	4,02608
		<hr/>
		0,003364

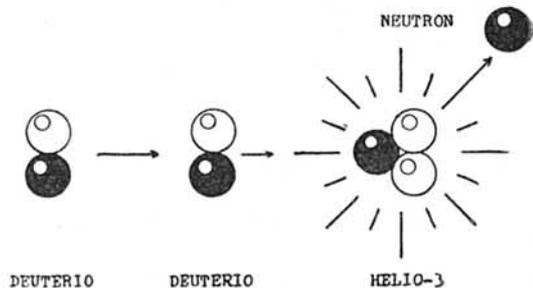


Fig. 7.

En esta reacción se libera una energía de un escaso 1 por 1.000; pero tiene la gran ventaja de que sólo se precisa Deuterio, cuerpo hoy relativamente económico y bien conocido; es probable que también pueda desempeñar un papel idéntico al señalado para la reacción Litio-Hidrógeno-Helio en la "superbomba", teniendo éste la particularidad de suministrar neutrones y pudiendo, por tanto, combinarse con una reacción en cadena de fisión.

**Helio 3 y Helio 4.**—El Helio 3 es muy raro en la naturaleza, pero en los yacimientos petrolíferos de Nuevo Méjico se desprende gran cantidad de gases, entre los cuales abunda mucho el Helio; y a su vez en éste se encuentra el Helio 3 en una proporción

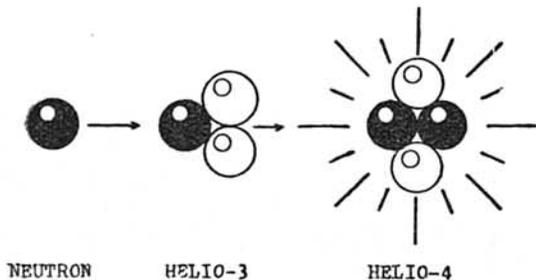


Fig. 8.

del 0,05 a 0,1 por 1.000. La reacción consiste en bombardear con neutrones el Helio 3 (figura 8), y su ecuación másica es como sigue:

Neutrón. ... ..	1,00897		
Helio 3. ... ..	3,01711		
	4,02608	4,02608	
Helio 4. ... ..	4,00389	4,00389	
	0,02219		

En esta relación se libera una energía que corresponde a un 5 por 1.000 de la masa, dato este muy interesante, pues es una de las reacciones nucleares cuyo porcentaje de desprendimiento de energía es más elevado. La gran dificultad está en disponer de Helio 3, además de las que suponga en sí la reacción. En estado natural es escasísimo; pero, ¿se podrá preparar en las pilas atómicas? Por sus condiciones particulares esta reacción tiene muchos partidarios, y no sería difícil que fuese (en unión del Tritio) uno

de los componentes principales de la "superbomba".

**Hidrógeno-Tritio.**—Ya hemos visto lo que es el Tritio; últimamente se viene hablando mucho de su rareza, su precio, sus dificultades, etc. ¿Será verdad? No lo sabemos. Muchas veces las fantasías son propagandas, y otras veces las realidades parecen fantasías sin que medie la propaganda. Pero siempre es según las circunstancias en que se desenvuelven. Desde luego, la preparación tiene que ser difícil y costosísima, y por sus peculiares condiciones de radiactividad y vida tasada, complica el problema de una manera extraordinaria. La reacción es (fig. 9).

Hidrógeno. ... ..	1,00813		
Tritio... ..	3,01705		
	4,02518	4,02518	
Helio ... ..	4,00386	4,00386	
	0,02132		

Como se ve, esta reacción también llega a un 5 por 1.000 de masa, que se transforma en energía. Apuntamos las cualidades señaladas anteriormente; claro es que siempre hablamos en hipótesis, ya que los datos concretos de reacciones y cualidades los desconocemos. Vemos las posibilidades sobre el papel; pero otra es la realidad. Todas estas reacciones ultraestructurales apenas si se han experimentado, y en estos últimos tiempos, si se han hecho permanecen en el más

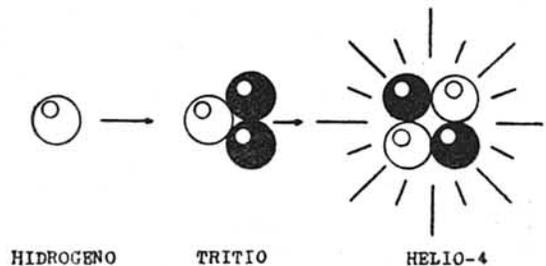


Fig. 9.

hermético secreto. De todas maneras, estos estudios de transmutación datan de principio de siglo, y ya sabemos con el recelo que se acogen todas aquellas cosas nuevas, que por suponer una revolución en los conceptos clásicos originan pasión. Tanto los detrac-

tores como los panegiristas no están en el justo término, y sólo el filtro del tiempo será el encargado de encauzar estas cuestiones por su verdadero camino.

*Deuterio - Tritio.*—Esta reacción también tiene muchos partidarios (fig. 10):

Deuterio... ..	2,014722	
Tritio... ..	3,017050	
	<hr/>	
	5,031772	5.031772
Helio... ..	4,00386	
Neutrón ... ..	1,00897	
	<hr/>	
	5,012830	5,012830
		<hr/>
		0,018942

En esta reacción no llega al 4 por 1.000 la energía liberada, como hemos indicado; algunos autores se inclinan a ella por sus condiciones particulares.

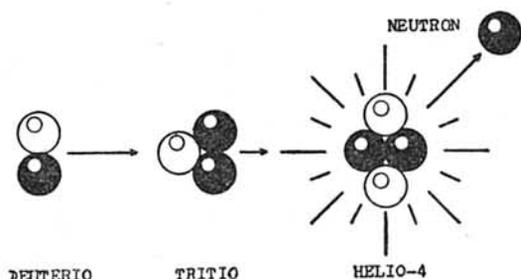


Fig. 10.

Desde luego que la radiactividad del Tritio (que lleva consigo los inconvenientes de su vida limitada y gran peligrosidad en su manejo) tiene que tener ventajas, bien por su poder de reacción o por su capacidad energética, puesto que si no fuese así no sonaría tanto su nombre. No hay duda que su conocimiento y experiencia procede de las pilas atómicas, donde lo han encontrado después de las reacciones producidas en ellas cuando se empleó Deuterio o agua pesada como moderador o frenador de neutrones. En Europa su conocimiento es elemental; sin embargo, en América, a juzgar por los trabajos publicados últimamente, su conocimiento es bastante completo, aunque procuran callar muchas de sus propiedades y el procedimiento de preparación, el cual, al parecer, es muy dispendioso.

Hemos pasado revista a las reacciones que

pueden ser la base de la "superbomba". Todas ellas, a excepción de la Hidrógeno-Helio, son posibles; pero sin duda, aquella que por sus cualidades de economía, ecuación mágica, facilidad de reacción, etc. (quizá la única posible hasta la fecha), será la que constituya el gran secreto, que tanto se carea; hasta el extremo de que muchos eminentes profesores dudan de su existencia y colocan todo ello en una cómoda posición de propaganda, con ánimo de influir decididamente en esta "guerra fría", que tanto dura y que tanto preocupa a la Humanidad.

Nuestra posición, como la de la mayoría de los pueblos, es esperar. No se puede hacer nada; se han terminado los tiempos en que una cabeza privilegiado, sumida en el rincón de un laboratorio con cuatro cacharros, hacía descubrimientos que asombraban al mundo. Lo fácil, lo sencillo y lo unipersonal está ya hecho y descubierto. Solamente los equipos de investigadores, con una división de trabajo, con grandes medios materiales (no sólo en este campo, sino en todos los demás campos), pueden tener capacidad suficiente para dominar tantas, tan diversas y tan complejas actividades. Un detalle es el empleo de cerebros electrónicos, especialmente ideados para estos trabajos, y que según informes publicados reducen a unos tres meses de labor lo que a 50 matemáticos profesionales les costaría diez años por los procedimientos clásicos.

*Cómo puede ser la "superbomba".*—Muchas hipótesis aparecen en las revistas científicas y hasta croquis...; pero se adivina una buena imaginación. Por tanto, hay para todos los gustos. La mayoría coincide en la asociación de una "bomba atómica" ordinaria a la "superbomba", ya que la primera proporcionaría la temperatura y los neutrones suficientes para iniciar la reacción de la segunda. Pero a esto se le ponen graves objeciones, puesto que la "bomba atómica" ordinaria no puede ser más pequeña de lo que en realidad es, a causa del llamado volumen crítico. Con estas circunstancias, y teniendo en cuenta la violencia de la primera explosión, ¿podría producirse la segunda? ¿Daría tiempo para ella? Al parecer, incluso en la "bomba atómica" ordinaria sólo un 5 por 100 de ella es en realidad lo que reacciona; el resto es vaporizado por la violencia de la propia explosión.