

## “U-235”, materia prima para la bomba atómica

Por el Comandante JUAN LUIS PLANO Farmacéutico.

En el Laboratorio de Física de Enrique Becquerel, su auxiliar, la polaca María Sklodowska, contempla sorprendida un pedazo de piedra grisácea parecida al carbón, que ha sido capaz de impresionar en la oscuridad una placa fotográfica. La mujer genial presiente el secreto de la materia, y con la atracción de lo desconocido y la fe de una juventud de veintinueve años, se dedica, bajo la dirección del profesor Becquerel, a desentrañar el misterio, logrando descubrir una radiación mágica parecida a los Rayos X de Röntgen, que incesantemente emanaba de aquel trozo de mineral de uranio, llamado Pechblenda. La joven polaca no coincide con algunas de las meditaciones de su maestro, y supone que no es precisamente el uranio el manantial inagotable de la energía descubierta, sino otro elemento, que al cabo de una larga y paciente labor de más de dos años, consigue poner en libertad, y le da el nombre de radio por su propiedad radiante. En Pedro Curie encuentra una eficaz colaboración científica, y la compenetración de los dos seres llega a tan perfecta armonía, que en ella intervienen los afectos del corazón, y unidos en matrimonio serán los esposos Curie los que reciben el premio Nóbel y recogen los más altos honores de la Ciencia por el descubrimiento del radio.

El nuevo elemento descubierto emite constantemente parte de su existencia en forma de rayos Alfa ( $\alpha$ ) y rayos Beta ( $\beta$ ). Los Alfas salen despedidos del cuerpo radioactivo a velocidades de 15.000 a 20.000 kilómetros por segundo, y son partículas materiales de peso equivalente a cuatro unidades eléctricas constituidas por un átomo del gas Helio, desprovisto de corteza electrónica (fig. 1).

La radiación Beta es idéntica a los rayos catódicos, y como éstos, formada por electrones; pero diferenciándose de ellos por una velocidad mucho mayor, que a veces se aproxima a la de la luz (300.000 kilómetros por segundo). El movimiento extraordinariamente rápido de las partículas

Beta es causa de poseer una penetrabilidad a través de los cuerpos sólidos muy superior a los rayos Alfa materiales. Las demás radiaciones que se desprenden son consecuencia de procesos secundarios producidos por disparos Alfa y Beta.

El conocimiento de la radioactividad ha sido la puerta de entrada en el mundo de lo infinitamente pequeño y lo que nos ha llevado al interior de los átomos. Las teorías actuales comparan el átomo semejante a un sistema planetario formado por un sol alrededor del cual se mueven los planetas; el sol atómico está constituido por un conjunto de unidades eléctricas positivas y neutras, protones y neutrones, y describiendo órbitas en giros vertiginosos, los satélites electrónicos completan el sistema solar, en el que no se conoce el reposo. Como consecuencia de la estructura señalada, todos los edificios atómicos se construyen con las mismas clases de baldosas, y sólo el número y colocación de ellas es lo que determina la naturaleza de los cuerpos. De modo que si con un cincel específico desintegramos totalmente una barra de oro, una tonelada de carbón y un barril de petróleo, en los escombros obtenidos únicamente encontraremos tres tipos de materiales: electrones, protones y neutrones.

Insistimos sobre la idea elemental de la materia, tomando un nuevo ejemplo. El oro está formado por 197 protones y neutrones, teniendo en torno un total de 79 electrones; el plomo (radio-plomo) contiene en el núcleo un número igual a 206 cargas positivas y neutras, y a su alrededor, 82 electrones; y el gas oxígeno consta de 16 unidades positivas y neutras y ocho negativas. Mentalmente, mediante el sencillo cálculo de sumas y restas de unidades eléctricas entre estos cuerpos, no cabe duda que conseguimos la transformación de unos en otros; es decir, que obtenemos oro a partir del plomo o del oxígeno, y dando rienda suelta a nuestra fantasía, podemos imaginativamente crear los más fabulosos tesoros utilizando como materia prima el agua de

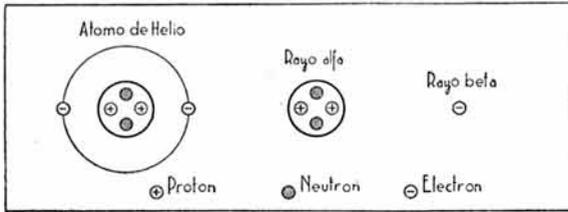


Fig. 1.

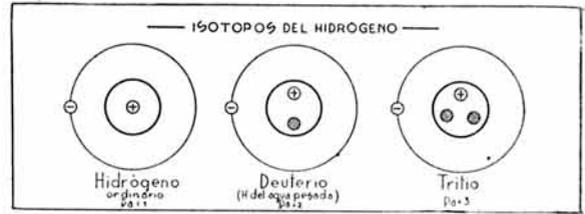


Fig. 2.

los arroyos, las piedras del suelo o parte del aire que respiramos.

De acuerdo con los conceptos establecidos, es innegable que si el mineral radio de los esposos Curie pierde unidades eléctricas en su emanación Alfa y Beta tendrá que dar origen a un nuevo elemento, y ciertamente todas las sustancias radioactivas, en sus incasantes radiaciones, se convierten poco a poco en cuerpos completamente distintos; he aquí la realidad de un principio que durante mil años fué el sueño dorado de la Humanidad: la transmutación de la materia.

Se llama vida media de un elemento el número de átomos descompuestos en un día; pero se acostumbra a tomar como medida de duración de los cuerpos radioactivos su constante semidesintegración ( $T$ ), que es el tiempo en el cual se transforma una determinada cantidad de elemento a la mitad. Un gramo de radio tiene un valor  $T$  de unos mil quinientos ochenta años; o sea, que en este período de tiempo ha quedado disminuído a medio gramo, y en los mil quinientos ochenta años siguientes se reduce a la mitad del resto anterior; es decir, que la reducción se verifica en progresión geométrica al crecer el tiempo en progresión aritmética. La constante  $T$  del uranio se mide por millones de años, y no debe extrañar que estas inmensas magnitudes, ante la pequeñez de nuestros sentidos, presenten al uranio como un elemento estable, y al radio como capacitado para liberar energía perpetuamente.

La teoría atómica nos dice también que el peso de la materia es una propiedad exclusiva de los protones y neutrones contenidos en el núcleo, no contando para nada los electrones como factores de masa. Por otra parte, en estos electrones residen las propiedades químicas de los cuerpos, y como consecuencia lógica, cualquier altera-

ción ocurrida en la envoltura electrónica dará producción a un nuevo cuerpo de caracteres químicos diferentes al primitivo; y de igual forma, si el incidente se produce en el núcleo, el elemento resultante estará separado de la sustancia madre por el peso atómico.

**Uranio.**—El uranio ordinario tiene un núcleo de masa igual a 238 unidades protónicas y neutrónicas, y en torno a él se mueven 92 electrones libres; admitiendo en su radioactividad la emisión de un rayo Alfa, que, como sabemos, equivale a cuatro cargas del núcleo, no cabe duda que se habrá transformado en otro uranio de peso atómico 234, quedando intactos los electrones. En efecto, el primer hijo del uranio tiene existencia real, es conocido con el nombre de  $UX_1$  y posee una vida media calculada de 23,8 días.

Continuando las radiaciones en el primogénito del uranio, éste, mediante una radiación  $\beta$ , es decir, con el lanzamiento de un electrón, engendra un nuevo uranio de igual masa, pero de diferente condición química: el uranio  $X_2$ , nieto del primitivo uranio, estando medida su constante semidesintegración por 1,17 minutos, que sirve para darle también el nombre de brevioso por la brevedad de su vida.

De esta forma, siguiendo los desprendimientos de partículas Alfa y Beta, llegamos al conocimiento exacto del árbol genealógico del uranio, donde se encuentra como rama destacadísima al radio en la quinta generación, y como descendiente más distante y estéril, al conocido plomo. La curiosidad nos obliga a intimar con tan interesante familia, y la atención queda detenida ante dos parientes no lejanos: el  $UI$  y el  $UII$ , que, siendo idénticos químicamente, sólo difieren en los pesos atómicos (238, 234) a causa de un mayor o menor número de neutrones incluidos en el núcleo. Pues bien: los elementos que gozan de esta

propiedad los designa la Ciencia con el nombre de Isótopos, y el fenómeno se llama Isotopía, que se creyó exclusivo de los elementos radioactivos, hasta que en el año 1919 Aston demostró que la mayoría de los cuerpos químicos constan de varios Isótopos (fig. 2).

El uranio metálico ordinario es precisamente una mezcla de tres Isótopos, que en desigual proporción y diferenciados por las constantes de masa y vida, se reseña en la tabla número 1.

El uranio tiene un aspecto parecido al hierro; a la temperatura ordinaria se puede pulir y limar fácilmente, y reducido a polvo tiene color negro; se funde a 1.850 grados y posee una densidad de 18,68.

Las aplicaciones del uranio en la coloración de los vidrios, en la Química Analítica, en la fabricación de los aceros, etc., no alcanzaron la capacidad comercial suficiente para una explotación industrial en serio; pero con el descubrimiento del radio de los esposos Curie, los yacimientos uraníferos y los miles de toneladas de mineral que habían sido desechados como productos inservibles, tomaron un valor inusitado. De nuevo en la hora actual, el uranio inquieta a los hombres con el influjo de la poderosa energía contenida en sus entrañas, y todas las naciones del mundo se agitan febriles alrededor de la codiciada presa: el "Uranio-235".

Hemos llegado, por fin, al famoso elemento utilizado como materia prima en la fabricación de la primera bomba atómica. Su átomo es extraordinariamente frágil, y basta herirlo con un proyectil adecuado de neutrón para que se rompa en fragmentos, liberándose por cada kilogramo de sustancia pura la energía equivalente a 3.000 toneladas de gasolina.

Cuando un neutrón incide sobre el núcleo de un átomo y pone en libertad dos neutrones, éstos, al chocar con los nuevos

núcleos de otros átomos, irán dando suelta proporcionalmente a más unidades neutras, y sucesivamente, repitiéndose los impactos y desprendimientos, se verifica lo que se llama Reacción Nuclear Multiplicativa. Este proceso multiplicativo nos obliga a admitir que la fractura, una vez iniciada por un neutrón incidente, corre por sí misma de átomo en átomo sin freno posible, igual que cuando se inflama la pólvora se extiende la combustión de laminilla en laminilla.

Si el "Uranio-235" ofrece la posibilidad de esta reacción de cadena, no nos explicamos el motivo por el cual no se produce el más espantoso cataclismo durante las experiencias de laboratorio, en la que el mineral es sometido y alcanzado por un continuo bombardeo de neutrones. Tampoco se realizó el siniestro vaticinio de los hombres dedicados a estos trabajos, que esperaban la destrucción total de la Tierra a partir del estallido de la primera bomba atómica.

Bien pronto los investigadores encuentran la razón de la discontinuidad del proceso multiplicativo en el "U-238". Este Isótopo, que existe en gran cantidad en el mineral ordinario, posee la especial propiedad de absorber los neutrones volantes, de modo que una vez iniciada la reacción de cadena, no continúa indefinidamente porque actuando de amortiguador el U ordinario inutiliza los neutrones que se van liberando, y, naturalmente, se detiene la terrible explosión prevista y perfectamente calculada en las teorías físicas sobre el átomo. Igualmente la estabilidad de los materiales del suelo, amortiguando y anulando la acción de los neutrones, impide que la explosión afecte a toda la extensión de la Tierra.

De las ideas expuestas se deduce que el "U-235", utilizable como materia explosiva de la bomba atómica, debe encontrarse limpio de los otros Isótopos; es decir, en estado de bastante pureza, y además que se pueda disponer de suficiente cantidad; dos cuestiones estas, preñadas de las dificultades más extraordinarias; en primer lugar, por la semejanza química y casi física de los Isótopos, que hace ineficaz cualquier procedimiento de separación conocido, y en segundo término, por la escasez del elemento, que se halla en la proporción de un átomo por cada 140 átomos del uranio ordinario.

TABLA I-URANIO

Isotopos	Simbolo	Peso atómico	Contrib. de semidesintegración	Dilución
Actiniourano (U-235)	AcU	235	$8 \cdot 10^8$ años	0.7%
Uranio I	UI	238	$4,5 \cdot 10^9$ años	99.3%
Uranio II	UII	234	$3 \cdot 10^5$ años	0.0000%

Se empezó, mediante el espectrógrafo de masa, con una producción de millonésima de gramo; después, en 1944, se llegó a obtener una milésima, y a principios de 1945 se consigue la cantidad de un gramo de sustancia; últimamente la obtención debió de llegar a algunos kilos, pues la bomba atómica contenía unos cuatro kilos de materia explosiva que bastaron para arrasarse totalmente una ciudad de unos 300.000 habitantes.

Los trabajos sobre la desintegración atómica y el afán de una producción ponderal del "U-235" se venían realizando desde hacía años con acierto satisfactorio y éxitos sensacionales. En diversos países los investigadores ponían al descubierto el corazón de la materia y descubrían la inmensa fuerza interatómica. Con la energía obtenida en un gramo de cualquier materia podía obtenerse unos 25 millones de kilovatios-hora, y recordemos que la combustión de un gramo de hulla sólo produce una centésima de kilovatio-hora.

Cuando los Estados Mayores aliados conocen por el Servicio de Información que en la pequeña ciudad noruega de Riukan se producían algunos barriles de agua pesada, que, como se sabe, constituye la fuente de neutrones para la explosión del "U-235", aparte de la organización de un vasto plan de sabotaje, que llegó a asestar sendos golpes a la fabricación alemana, se dió por los aliados la mayor importancia a la rotura del átomo, y en 1941 Roosevelt sugirió la coordinación científica entre Inglaterra y América, que se lanzaron a una desenfrenada carrera para llegar antes que el enemigo a la posesión de la energía interatómica.

Los primeros que alcanzan la meta clasificándose como ganadores absolutos son los norteamericanos, que resuelven el magno problema de la obtención del "U-235" en estado de pureza y en cantidad ponderal. El método empleado en la obra constituye el secreto número 1 de la bomba atómica, llegando a nosotros informaciones que sólo se refieren a fabulosas cifras de millones de dólares invertidos en la empresa, a cientos de toneladas de mineral tratado y a la puesta en marcha de ingentes efectivos técnicos e industriales. El nombre de "Proyecto de Manhattan" sirvió para ocultar los trabajos atómicos, que culminaron con los ensa-

yos efectuados en el desierto de Nuevo Méjico, y seguidamente, con las dos terribles explosiones en Hiroshima y Nagasaki.

En el secreto de la bomba atómica hay que tener en consideración como cuestión principal la posesión de los yacimientos uraníferos, que deben asegurar el abastecimiento de la materia prima mineral.

Se conocen muchos minerales de uranio que se hallan muy repartidos por la Tierra; pero pocos tienen importancia desde el punto de vista industrial; sólo la Pechblenda, que es un óxido uranoso uránico; la carnotita, formada por varanatos de potasio y uranilo, y la autunita, compuesta de fosfato uránico cálcico, merecen la atención económica.

Los Estados Unidos disponen de los yacimientos uraníferos situados en los Estados de Colorado, en Pensylvania, Florida y Utah. De gran importancia son los depósitos de carnotita que el Canadá posee en la parte oriental del "Great Bear Lake", encontrándose las piedras más ricas, concentradas en lugares donde el hielo y las tempestades de nieve hacen inaccesible la mayor parte del año el aprovisionamiento del mineral, realizando esta labor los grandes aviones de transporte, que llegan con el ruido de sus motores a las regiones más escondidas de la selva.

En el Alto Katanga, del Congo Belga, se asegura que existen los mejores yacimientos de Pechblenda, y en Europa los filones de Joachimsthal han proporcionado considerables beneficios; pero actualmente aparecen muy agotados, y Checoslovaquia ha tenido que ceder el lugar preeminente a las reservas de otras comarcas. Francia posee autunita localizada en Autun, que da nombre al mineral, y monopoliza los yacimientos de Madagascar; y en Portugal, que dispone de las reservas de la colonia africana de Mozambique, es el capital inglés el que explota la riqueza uranífera de su suelo.

Finalmente existe un pequeño sector de opinión que pone en duda el empleo del "U-235" como principal explosivo de la bomba atómica, y al mismo tiempo que admiten otra materia prima secreta, suponen que las numerosas informaciones facilitadas sobre el "U-235" no han tenido más objeto que el desviar la atención y llevarnos a una pista falsa.