



Otto Hahn y Lise Meitner.

## Lise Meitner

Nacida en Viena en 1878 en una familia de origen judío, su formación se vio ralentizada por las leyes austriacas que impedían el acceso a la educación superior. Cuando en 1901 se permite a las mujeres matricularse en la Universidad Lise lo hace en su ciudad natal, eligiendo la carrera de Física, en la que se termina doctorando en 1906. Se traslada a Berlín, donde acudió a las clases de M. Planck y empieza a colaborar con químico Otto Hahn para llevar a cabo investigaciones sobre la radiactividad. La colaboración se extendería hasta 1938 y dio como frutos más llamativos el descubrimiento del Protactinio (1917) así como importantes resultados experimentales sobre el isomerismo nuclear, la radiación beta y la estimación de la edad de la Tierra. Por estos trabajos fue en diversas ocasiones nominada para el premio Nobel. En el intermedio se convertiría en la primera mujer profesora de la Universidad alemana.

La ciudadanía austriaca le permite evitar los perjuicios de las leyes antisemitas de 1933, pero la aneación de Austria en 1938 hace desaparecer este paraguas protector, lo que la lleva a refugiarse, con casi 60 años, en Suecia. Curiosamente esto ocurre justo cuando con Hahn y su ayudante Strassmann están trabajando en la idea de que, de acuerdo con el modelo de la gota líquida, los núcleos de Uranio podrían escindirse en dos partes, lo que explicaría algunos resultados que incomodaban a la Física del momento.

Estando ya exiliada recibe una carta de Hahn donde le confirma la más que probable presencia de Bario en la desintegración del Uranio. Es ella la que, a pesar de las dudas de su compañero insiste en la teoría de la rotura del Uranio y, atendiendo a la sugerencia de un colaborador biólogo, da el nombre de Fisión al proceso, en analogía con la fisión celular.

Su status de refugiada y las complicadas relaciones de la Alemania hitleriana con la neutral Suecia hace que el crédito por el descubrimiento no le sea otorgado, dándose el premio Nobel de Química a Otto Hahn, en solitario, en 1944.

Opuesta a toda investigación atómica con fines militares, en 1957 firmó con otros científicos alemanes la Declaración de Gotinga en la que se comprometían a no colaborar en tareas de esta índole.

Su vida se prolongó en pleno vigor intelectual hasta los noventa años, a pesar de haber pasado gran parte de su vida en laboratorios de investigación en radioactividad y ser una fumadora empedernida. La injusticia cometida con ella por no reconocérsele su papel decisivo en el descubrimiento de la fisión fue parcialmente compensada por la concesión, en 1964, del premio Enrico Fermi a la investigación nuclear, esta vez correctamente compartido con Hahn y Strassman.

Falleció en Cambridge, Reino Unido, en 1968. En su honor, y como reconocimiento póstumo, el elemento 109 de la tabla periódica de los elementos se bautizó, al descubrirse en 1982, como Meitnerio.

# Las Bombas Nucleares (III)

En 1938 en Viena, Otto Hahn, Lise Meitner y su ayudante Fritz Strassman especulan con la idea de que los núcleos pesados como el Uranio pueden, al chocar con ellos un neutrón, escindirse en dos partes. La idea la tuvieron tras comprobar que bombardeando Uranio con neutrones, ellos, como a otros grupos de investigación, no encontraban los esperados isótopos nuevos ni los elementos transuránicos que cabía esperar.

Sólo dos años antes Niels Bohr había propuesto el modelo de "gota líquida" para el núcleo atómico. El nombre deriva de que muchas de las sus propiedades conocidas podían explicarse suponiendo que los protones y los neutrones digamos que podían moverse prácticamente sin interacción en el interior del núcleo, y que este sin embargo los mantenía retenidos en su interior por fuerzas que se comportaban como la tensión superficial que mantiene unida un agota de líquido. Pero una gota líquida puede en determinadas condiciones partirse en dos mitades de tamaños parecidos. Hahn y Meitner se preguntan si lo que estaba ocurriendo no era que, simplemente, el Uranio se escindía en dos núcleos mucho más pequeños.

Tras algunos meses de búsqueda acabarán encontrando, efectivamente, Bario radiactivo entre los productos de resultantes del bombardeo del Uranio con neutrones. El Bario es un elemento cuyo núcleo tiene solamente 56 protones, mientras que el Uranio tiene 92, los 36 protones restantes, si permanecen unidos, identifican al elemento Krypton. El núcleo, efectivamente se escindía. A ese proceso le llamaron Fisión nuclear.

Meitner, que acababa de llegar exiliada a Suecia, comunica su sobrino Otto Frisch la conjetura de su grupo en Viena. Frisch, que trabajaba en aquellos años en el Instituto de Física de Copenhague, se lo comunica a Bohr quien percibe enseguida las enormes consecuencias del descubrimiento. Lo esencial de estas consecuencias es lo siguiente:

Al dividirse en dos el Uranio puede hacerlo a una variedad de elementos distintos. Los núcleos resultantes tendrán un número de protones cuya suma será la del Uranio, como en el caso del Bario y el Krypton que usaremos como ejemplo. Pero la masa atómica del Bario es de 137 (en lo que se llama unidades de masa atómica) y la del Krypton 84. La suma de estas masas es por tanto 221, mientras que la del Uranio de partida es de 238. Esa diferencia de masas puede en parte deberse a que hay neutrones sobrantes, pero la mayoría se transforma en energía según la famosa fórmula de Einstein de masa por la velocidad de la luz al cuadrado. Si esto ocurre con un solo núcleo de Uranio la energía en cuestión es muy pequeña. De hecho harían falta casi un billón de fisiones para conseguir una caloría. Pero en unos pocos gramos de Uranio hay disponibles decenas de billones de billones de átomos.

La segunda y decisiva consecuencia es que los neutrones sobrantes de cada fisión pueden repetir el proceso en otros núcleos. Si esto ocurre de manera



Oppenheimer y Groves, junto a los restos de la torre de acero de treinta metros de altura tras la explosión de Trinidad.

que por cada fisión salga más de un neutrón (y en promedio salen dos) el proceso de fisión de una masa de Uranio de acuerdo con una progresión geométrica (1, 2, 4, 8,...) siguiendo en definitiva la idea de L. Szilard de la reacción en cadena.

A partir de aquí los acontecimientos se precipitan. Será el propio Bohr el que trasladará la idea a sus colegas del otro lado del Atlántico. Es entonces cuando entran de nuevo en escena Enrico Fermi, que acababa de exiliarse a Estados Unidos tras recibir el premio Nobel de 1938, y Leo Szilard, quienes acaban de completar el mapa de compresión del fenómeno. Einstein, convencido por ellos, escribe la célebre carta a Roosevelt instándole a apoyar la investigación sobre la fisión del Uranio antes de que los nazis se les adelanten y, tras el ataque japonés a Pearl Harbor, el presidente americano aprueba la financiación para un proyecto de investigación supersecreto.

Al frente del denominado en clave Proyecto Manhattan se sitúa al entonces teniente coronel (terminará la guerra como general de 4 estrellas) Leslie Groves. Como responsable científico se elige a Julius Robert Oppenheimer, antiguo estudiante de Gotinga. Se recluta a lo mejor de la ciencia y la técnica de los países aliados. En el plano de la Física el número de investigadores que por aquellas fechas vivían ya en EE.UU. se había visto fuertemente incrementado por los exiliados procedentes de Alemania, Italia y los países ocupados. Fue el proyecto de investigación más caro jamás realizado y contó con la presencia de algunos de los más grandes científicos del siglo XX: H. Bethe, E. Fermi, R. Feynman, L. Alvarez. También contribuyeron de forma decisiva matemáticos como Von Neumann, o químicos como Glenn Seaborg.

Pronto se tuvieron claras todas las claves necesarias para producir la desintegración nuclear en cadena. El 2 de Diciembre de 1942 un mensaje en clave escrito por E. Fermi desde su laboratorio situado en la pista de squash bajo el estadio de fútbol de la Universidad de Chicago y dirigido a Groves, anunciaba que "el navegante ha llegado al Nuevo Mundo"; Fermi había conseguido construir y poner en marcha primer reactor nuclear de la historia.

A partir de ese momento el problema deja en buena medida de ser físico y se transforma en uno técnico. Se trataba de conseguir el material fisionable. La Física mostró que los materiales ideales eran el Uranio 235, un isótopo relativamente raro (una parte en 140 del presente en la naturaleza) o el nuevo elemento artificial obtenido por Seaborg y denominado Plutonio. El Uranio es un elemento muy abundante en la naturaleza (mucho más por ejemplo que el oro o el mercurio) pero es muy difícil separar el isótopo útil (el 235) del menos efectivo 238. En el caso del Plutonio la dificultad estriba en producir el elemento en cantidades suficientes, ya que no existe en la naturaleza, y los mecanismos de su creación son extraordinariamente caros. Ante la duda, los responsables intentan conseguir los dos combustibles. La maquinaria industrial americana y el ilimitado presupuesto

disponible permitió construir fábricas e incluso ciudades secretas enteras como Oak Ridge (tendría mas de 5000 habitantes), destinadas al único fin de conseguir unos kilos de material fisionable. Entretanto, el panel científico, confinado en otra ciudad secreta (los Álamos en Nuevo México) se ocupará de ir resolviendo los detalles pendientes.

Con la rendición alemana en mayo de 1945 entre el grupo de científicos que trabajaban en el proyecto se inicia una intensa discusión sobre el posible uso de la bomba. Fruto de ello es el llamado Manifiesto de Franck, escrito dirigido al presidente (entonces ya Truman) instándole a que evite el uso de la bomba, o alternativamente que efectúe una demostración de la misma que haga rendirse a Japón.

La decisión sin embargo ya estaba tomada. El criterio político fue que había que evitar pérdidas de vidas americanas y, sobre todo, garantizarse el absoluto dominio militar tras la guerra. En la madrugada del 16 julio de 1945 en un remoto paraje de cerca de Alamogordo en Nuevo Mexico se hace explotar la primera bomba nuclear, con el nombre en clave de Trinidad.

Esa misma mañana, misteriosos contenedores de plomo se introducían en el acorazado Indianápolis. En ellos estaba el material para el montaje de la Little Boy (de Uranio 235) y Fat Man (de plutonio), las bombas que estallarían sobre Hiroshima y Nagasaki el 6 y el 9 de agosto de 1945. El acorazado no llegaría a verlo. El 2 de agosto, a la vuelta del viaje, fue hundido por un submarino japonés en aguas de Filipinas. El carácter secreto de la misión impidió el rescate de más de ochocientos de sus mil cien tripulantes.