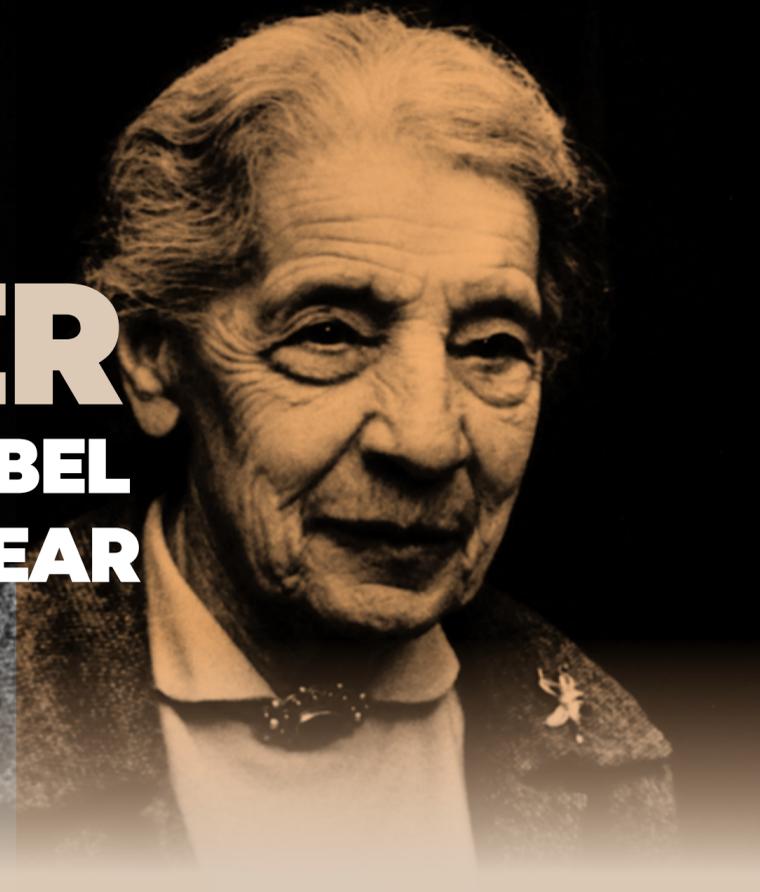


LISE MEITNER

Y EL PREMIO NOBEL DE FISIÓN NUCLEAR QUE NUNCA SE ENTREGÓ



GABRIELA PÉREZ AGUIRRE*

Humilde, modesta, incluso tímida en público, pero tenaz, testaruda y brillante. Su objetivo en la vida fue adentrarse en la física y en su investigación. Sueño que logró alcanzar pese a los prejuicios y obstáculos que tuvo que superar.

Lise Meitner nació el 7 de noviembre de 1878, en Viena, entonces la capital del Imperio Austro-Húngaro, la tercera de ocho hijos. En la escuela sobresalió en matemáticas y ciencias, pero para ella, como para todas las niñas austriacas de esa época, la escuela terminaba por ley a los 14 años. A las mujeres no se les permitía ingresar a los estudios universitarios y, por lo tanto, ni siquiera al bachillerato. Su padre le aconsejó que se matriculara en un curso de tres años para enseñar idiomas en las escuelas; Lise eligió el francés y obtuvo su diploma en 1899.

Ese mismo año se aprobó la ley que finalmente permitió el acceso de las mujeres a la Universidad; su padre pagó entonces a un profesor particular para que le permitiera recuperar los "años perdidos", como ella misma los definía, y en dos años obtuvo el diploma necesario para inscribirse en la Universidad. En el verano de 1901 Lise aprobó el examen de ingreso en la Universidad de Viena y, a partir del segundo año, decidió seguir el curso de estudios de física. Nueve de los cursos que tomó, que incluyen óptica, termodinámica, teoría cinética de los gases, electricidad y magnetismo, los impartió el profesor Ludwig Boltzmann, quien fascinó a Lise.



● Lise Meitner en 1906, después de recibir su doctorado en física.

"Estaba tan entusiasmado con todo lo que nos enseñó que después de cada lección, sentí que se nos había revelado un mundo nuevo y maravilloso", dijo Lise más tarde, recordando esas lecciones. Lo cierto es que Boltzmann le dio una visión de la física que nunca perdería. En 1906 Lise obtuvo su doctorado con honores, fue la segunda mujer en obtenerlo en la Universidad de Viena. Escribió a Marie Curie para ir a trabajar con su grupo a París, pero en ese momento no había plazas disponibles. Luego empezó a dar clases en un colegio de niñas por la mañana, continuando su actividad investigadora por la tarde en el Instituto de Física, sin tener oficialmente ningún cargo. En septiembre de 1906, la noticia del suicidio de Boltzmann la conmovió.

En 1907 tuvo que pedir permiso a Max Planck para seguir sus conferencias en la Universidad de Berlín, petición no dictada por formalidades, sino por el hecho de que las universidades prusianas aún no permitían la matrícula de mujeres. Planck aceptó la petición de Meitner y su padre subvencionó el traslado a Berlín. Lise comenzó a colaborar con un químico de su edad, un ex alumno de Rutherford, Otto Hahn, una colaboración que duraría décadas. Sin embargo, durante muchos años Lise aún no tuvo un cargo oficial en el Instituto donde trabajaba, ni le pagaron por su trabajo y ni siquiera tenía derecho a un espacio adecuado donde pudiera realizar su labor. Fue Hahn quien le consiguió el uso de una pequeña habitación utilizada como almacén de herramientas dentro del Instituto para instalar sus aparatos experimentales para el estudio de la radiactividad, un área de investigación que en ese momento estaba a la vanguardia de todos los laboratorios de Europa: de París con los Curie a Roma con los chicos de Via Panisperna, por citar los ejemplos más conocidos. En 1908 Meitner y Hahn publicaron el descubrimiento de un nuevo isótopo de actinio, en 1909 descubrieron que un núcleo inestable que emite una partícula alfa experimenta un retroceso, similar a una pistola disparando una bala.

Rutherford a menudo enviaba a su ex alumno Otto Hahn muestras radiactivas por correo. Lise siempre asombraba al cartero al decirle, antes de entregar cartas y paquetes, si entre ellos había algo del laboratorio de Rutherford. El secreto estaba en los electros copios del laboratorio, capaces de revelar la radiación emitida por los paquetes enviados por el físico neozelandés. En aquellos tiempos de estudios pioneros sobre la radiactividad, aún no se conocían los riesgos por exposición a la radiación; Tan pronto como Lise se dio cuenta de esto, hizo cumplir un estricto protocolo en el laboratorio para la prevención de daños y la protección de los investigadores.



● Imagen: Enrico Fermi, Departamento de Energía. Oficina de Asuntos Públicos/Wikimedia Commons

LOS CHICOS DE LA VÍA PANISPERNA

En italiano, *I ragazzi di Via Panisperna* fueron un grupo de jóvenes científicos liderados por Enrico Fermi. En 1934, en Roma, realizaron el famoso descubrimiento de los *neutrones lentos* que abrió las puertas a la construcción del reactor nuclear y, posteriormente, de la bomba atómica. El apodo del grupo deriva del nombre de la calle donde se encontraba el Departamento de Física de la Universidad de La Sapienza en Roma. La calle tomaba su nombre del monasterio de San Lorenzo en Panisperna que se encuentra en la vecindad.



● Lise Meitner (Foto: Archivo sobre la historia de la Sociedad Max Planck, Berlín-Dahlem).



● Otto Hahn y Meitner (derecha), fotografiados en su laboratorio en la Universidad de Berlín alrededor de 1910, fueron colegas y buenos amigos desde 1907 hasta que Meitner se vio obligado a huir de Alemania en 1938.



● Lise Meitner y Otto Hahn trabajando en su laboratorio en 1913.



● Lise Meitner y Otto Hahn la noche antes de que Meitner huyera de Berlín (Foto: Archivo de Historia de la Sociedad Max Planck, Berlín-Dahlem).



● Físicos y químicos del Instituto Kaiser Wilhelm en Berlín en 1921. Albert Einstein y, sentado en el sofá, James Franck (en el centro) entre su esposa y Lise Meitner. Otto Hahn es el primero a la derecha.



● Congreso de Solvay, 1933. Las tres mujeres presentes son Irene Joliot Curie (segunda desde la izquierda), Marie Curie (centro) y Lise Meitner (segunda desde la derecha), sentadas entre Chadwick y De Broglie.

A ellos se unió Fritz Strassmann, también químico. En sus experimentos, los "berlineses" identificaron los productos del bombardeo de átomos de uranio; sin embargo, sus resultados no concordaron con los del grupo parisino liderado por Marie Curie, quien reveló un átomo más ligero, el lantano, entre los productos. Ninguno de los grupos pudo interpretar correctamente los resultados experimentales, solo Ida Noddack, una química y física alemana que trabajaba en ese momento en un laboratorio del gobierno en Berlín, planteó la hipótesis de que no estaban creando átomos más pesados que el uranio, sino que estaban dividiendo el uranio en átomos más ligeros. Su idea no fue tomada en serio.

En 1912 Max Planck le ofreció a Meitner un puesto remunerado como su asistente. En el mismo año, el Instituto de Química Kaiser Wilhelm contrató a Lise Meitner y a Otto Hahn. Con casi 35 años había obtenido finalmente la independencia económica. Unos meses más tarde se vio obligada a interrumpir su trabajo debido a la Primera Guerra Mundial: ella en un lado del frente y Marie Curie en el otro lado ayudando a los soldados heridos usando sus habilidades de rayos X. Muy conmovida por la experiencia, Lise regresó a Berlín antes del final de la guerra y se sumergió nuevamente en la investigación.

En 1918, Hahn y Meitner fueron los primeros en aislar un isótopo de larga vida media del elemento químico protactinio ($^{231}_{91}\text{Pa}$) y en 1921 el isótopo uranio-Z ($^{234}_{92}\text{U}$). Aunque Lise Meitner había realizado casi todo el trabajo para el descubrimiento del $^{231}_{91}\text{Pa}$, Hahn fue el primer autor del artículo que publicaron al respecto. Por este descubrimiento se le concedió la Medalla Leibniz de plata de la Academia Prusiana de Ciencias en 1924. En 1917, Meitner recibió su propio departamento en el Kaiser-Wilhelm-Institut, el Physikalisch-radioaktive Abteilung, y se le permitió gestionar su propio personal y sus finanzas. Aunque ahora tenía su propio departamento, continuó su contacto diario con Hahn.

En 1919 Lise es la primera mujer en obtener el título de profesora en la entonces Prusia! En 1923 descubrió que los electrones pueden hacer una transición, es decir, pasar de una órbita a otra alrededor del núcleo de un átomo, sin emitir radiación; el efecto se conoció unos años más tarde como efecto Auger, por el nombre del físico francés que lo midió. La búsqueda de isótopos radiactivos produjo un gran número de publicaciones en revistas científicas internacionales para «Fräulein Meitner» y «Herr Hahn» y su reputación creció tanto entre sus colegas que en los años siguientes obtuvieron varias nominaciones al Nobel.

En 1933, Hitler se convirtió en líder de Alemania y los alemanes de ascendencia judía comenzaron a perder sus trabajos. Lise logró salir ileso de esta primera ola de despidos debido a su nacionalidad austriaca, pero aun así se le prohibió dar conferencias en la universidad, a pesar de las acaloradas protestas de Planck y Hahn. Lise decidió quedarse en Berlín de todos modos, con la esperanza de que la situación mejorara pronto.

En 1934 Enrico Fermi y sus colaboradores anunciaron que al bombardear uranio (el elemento más pesado de la tabla periódica) con neutrones habían producido elementos más pesados que el uranio. Meitner y Hahn estaban entusiasmados con la posibilidad de crear elementos transuránicos en el laboratorio y decidieron ponerse a trabajar de inmediato para verificar los experimentos de los chicos de Via Panisperna.



● Fritz Strassmann. Junto con Otto Hahn, fue el primero en identificar el bario como uno de los productos de fisión (Instituto Niels Bohr de Astronomía, Física y Geofísica; foto proporcionada por la Biblioteca AIP Niels Bohr).

Desgraciadamente, contrario a lo que Lise esperaba, la situación se precipitó definitivamente en marzo de 1938 cuando, tras la anexión de Austria por Alemania, también ella se hizo alemana y de origen judío, a pesar de haberse convertido al luteranismo en su juventud. Meitner estaba muy enojada con Hahn, creía que este no había tomado una posición firme y clara para mantenerla en el Instituto, sin embargo Otto la convenció de que lo más inteligente era huir de la Alemania nazi antes de que fuera demasiado tarde. La fuga fue atrevida: Lise tenía una visa de entrada a Holanda pero no un permiso para salir de Alemania.

Sin embargo, logró escapar. De Holanda llegó a Copenhague y luego a Estocolmo, donde encontró trabajo en el Instituto Nobel de Física. Lise intentó retomar su investigación, pero el director del Instituto, el premio Nobel Manne Siegbahn, no se interesó por su trabajo y no le proporcionó el equipo ni los asistentes adecuados. Mientras tanto, en Berlín, Hahn y Strassmann continuaron sus investigaciones sobre los elementos transuránicos y en diciembre de 1938 Hahn escribió a Lise para describir un descubrimiento cuyo significado no podía entender: entre los productos del bombardeo de uranio (número atómico, es decir, número de protones en el núcleo, 92) encontró bario (número atómico 56). Hahn le escribió: "Sabemos que el uranio no se puede descomponer en bario, pero tal vez puedas encontrar una explicación para este fenómeno".



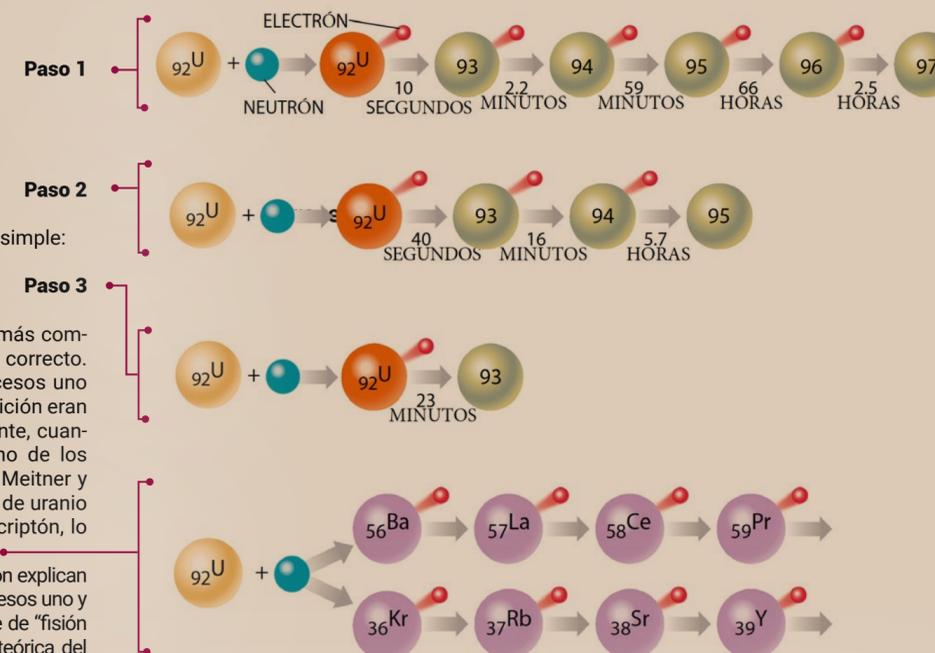
● Max von Laue (izquierda), Lise Meitner y Dirk Coster en el Instituto de Química Kaiser Wilhelm cerca de Berlín a mediados de los años treinta. Junto con el físico holandés Adriaan Fokker, Coster ayudó a Meitner a salir de Berlín en 1938 (foto de Ada Klokke Coster).



● Manne Siegbahn, presidente del instituto en Suecia, donde Meitner trabajó con poco apoyo después de dejar Alemania (Instituto Niels-Bohr de Astronomía, Física y Geofísica; foto proporcionada por la Biblioteca AIP Niels-Bohr).

DESCUBRIENDO LA FISIÓN

El grupo de Berlín encontró que una gran cantidad de emisores beta (núcleos radiactivos que emiten electrones) se formaron cuando los neutrones chocaron con los núcleos de uranio. Los investigadores propusieron dos cadenas, que creían que consistían en elementos más allá del uranio, cada uno con su propia tasa de desintegración beta:



Además, identificaron una reacción más simple:

Meitner consideró el paso tres como el más comprensible y luego se demostró que era correcto. Pero estaba desconcertada por los procesos uno y dos porque las cadenas de descomposición eran muy largas y paralelas entre sí. Finalmente, cuando Hahn y Strassmann identificaron uno de los productos de la reacción como el bario, Meitner y Frisch se dieron cuenta de que el núcleo de uranio se había dividido en núcleos de bario y criptón, lo que inició una serie de emisiones beta:

Estos núcleos y otros fragmentos de fisión explican las cadenas de descomposición de los procesos uno y dos. Meitner y Frisch propusieron el nombre de "fisión nuclear", publicaron la primera explicación teórica del proceso y predijeron la enorme energía liberada.

● El aparato físico de Meitner fue utilizado por el equipo de Berlín de 1934 a 1938 para trabajos que resultaron en el descubrimiento de la fisión nuclear. A partir de la década de 1950, se exhibió en el Deutsches Museum durante unos 30 años como la "Mesa de trabajo de Otto Hahn", con solo una referencia pasajera a Fritz Strassmann y ninguna mención a Meitner.



● Diciembre de 1938, Fritz Strassmann, Otto Hahn y Heinz Haber
Crédito: **Deutsches Museum**

Durante las vacaciones de Navidad, Lise estaba caminando en un bosque nevado con su sobrino, Otto Frisch, también físico, discutiendo este resultado cuando de repente se le ocurrió una idea. Frisch dijo que en un momento Lise se sentó al pie de un árbol y comenzó a contar con una hoja de papel. Llegó a la conclusión de que el átomo de uranio se dividió en dos núcleos más ligeros, liberando una gran cantidad de energía, alrededor de 200 MeV, Lise calculó usando la fórmula de Einstein $E = mc^2$. ¡Acababa de descubrir el proceso de fisión nuclear!

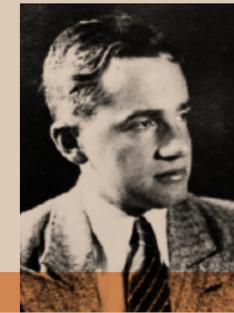
Lise informa a Hahn y escribe un artículo con su sobrino titulado "Desintegración de uranio con neutrones: un nuevo tipo de reacción nuclear" que envían a la prestigiosa revista *Nature*. Hahn y Strassmann también escribieron un artículo que se publicó unos días antes en la revista *Die Naturwissenschaften*. Mientras tanto, Frisch había informado a Niels Bohr del descubrimiento; Bohr, partiendo hacia Estados Unidos, trajo consigo la noticia, prácticamente iniciando el proyecto *Manhattan* para el estudio de la fisión nuclear en ultramar.

En 1944 únicamente Otto Hahn recibió el Premio Nobel por el descubrimiento de la fisión nuclear del uranio y del torio. Sin embargo, destinó una parte del premio a Lise, quien inmediatamente lo donó a la fundación creada por Albert Einstein "Comité de Emergencia de Científicos Atómicos" que promovía el uso pacífico y civil de la energía nuclear. Lise después de Hiroshima y Nagasaki se había convertido en una pacifista convencida. Sin embargo, en su visita a los Estados Unidos, el *Saturday Evening Post* la apodó "la madre de la bomba atómica".

● The Periodic System of Chemical Elements, por J. W. Van Spronsen, Elsevier, Amsterdam, 1969 (izquierda); CORTESÍA DEL LABORATORIO NACIONAL LAWRENCE BERKELEY, UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA (derecha)



● Fritz Strassmann trabajó con Meitner y Hahn en las investigaciones que llevaron al descubrimiento de la fisión nuclear. Su conocimiento de la química analítica fue crucial para la identificación del bario. Valiente antinazi, ayudó a salvar la vida de un amigo judío durante la guerra.



● Otto R. Frisch y Meitner fueron los primeros en explicar, en 1939, el proceso de fisión. En Inglaterra, en 1940, él y su compañero emigrado Rudolf Peierls analizaron el potencial de la fisión nuclear para su uso en armas y ayudaron a lanzar el proyecto de la bomba atómica aliada.



● Oskar Klein y Niels Bohr. Nominaron a Lise Meitner y Otto Frisch para los premios Nobel (Instituto Niels Bohr de Astrofísica, Física y Geofísica; foto proporcionada por la Biblioteca AIP Niels Bohr).



● En la década de 1920, Meitner, como profesora y jefa de su propia sección de física en el Instituto de Química Kaiser Wilhelm, se hizo prominente en física nuclear. En esta fotografía, tomada en 1920 cuando Niels Bohr visitó Berlín por primera vez, se encuentran algunos de sus colegas y amigos más cercanos; casi la mitad ganaría premios Nobel. Primera fila: Otto Stern (Nobel, 1943), James Franck (1925), Bohr (1922). Segundo desde la derecha: Gustav Hertz (1925). A la derecha y atrás de Meitner: Hahn (1944) y George de Hevesy (1943).

PARA SABER MÁS SOBRE LISE MEITNER:

- Meitner y O. Frisch, *Nature* 143, 239 (1939).
- Lise Meitner und der Nobelpreis, *Physik in unserer Zeit* / 29, Jdhr. 1998 / Nx 6, <http://bit.ly/3YPA77s>
- Lise Meitner, *Revista Internacional de Culturas y Literaturas*, octubre 2005, <http://bit.ly/317Tse>
- UN VIAJE CON LOS CIENTÍFICOS DE LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS, *Foro Nuclear de la Industria Española*.
- Chemists and Biochemists during the National Socialist Era, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2002, 41, 1310 ± 1328, <http://bit.ly/3TbvUa>
- The Politics of Forgetting: Otto Hahn and the German Nuclear-Fission Project in World War II, *Phys. Perspect.* 14 (2012) 59–94, <http://bit.ly/3ThnFfx>
- Lise Meitner and the Discovery of Nuclear Fission, *Scientific American*, 1998, <http://bit.ly/3LgJMRr>
- Lise Meitner, O. R. Frisch, *Disintegration of Uranium by Neutrons: a New Type of a Nuclear Reaction*, *Nature*, 1969 <http://bit.ly/3Jdygn5>



● Otto Robert Frisch, sobrino de Meitner y coautor de la primera interpretación teórica de la fisión nuclear. Fue el primero en demostrar la escisión utilizando métodos físicos (foto proporcionada por Ulla Frisch).

● GABRIELA PÉREZ AGUIRRE
Estudió ingeniería química en la Facultad de Química de la UNAM. Es autora de libros de texto de física y química a nivel secundaria y de química a nivel bachillerato. Colaboró en la concepción, desarrollo y edición de libros de texto, interactivos y guiones para la red EDUSAT, del Instituto Latinoamericano para la Comunicación Educativa (ILCE). Formó parte del equipo editorial de la *Revista Ciencias*, de la Facultad de Ciencias de la UNAM.



● Lise Meitner con unas alumnas durante una de sus visitas a Estados Unidos.