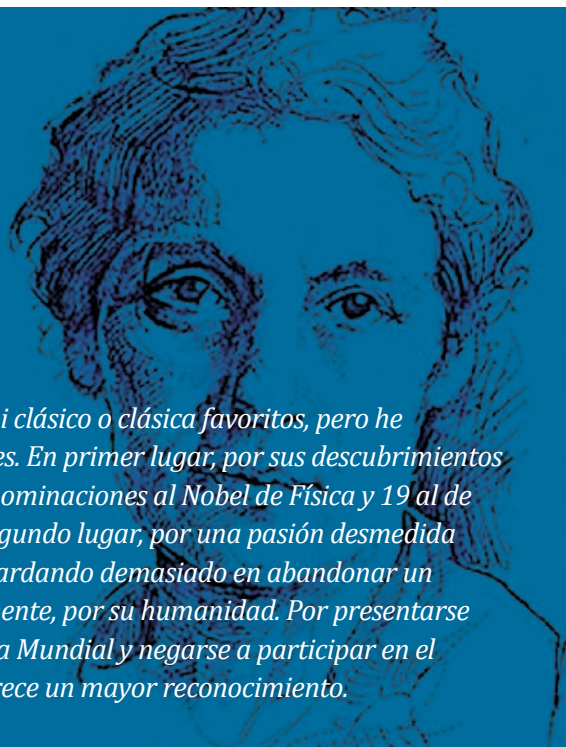


## Lise Meitner, una física que nunca perdió su humanidad

por Laura Morrón\*

*Varios son los físicos y físicas que por sus logros podrían ser mi clásico o clásica favoritos, pero he decidido elegir a Lise Meitner, principalmente, por tres razones. En primer lugar, por sus descubrimientos y trabajo en física nuclear que la hicieron merecedora de 29 nominaciones al Nobel de Física y 19 al de Química, aunque no recibió ninguno de los dos premios. En segundo lugar, por una pasión desmedida por la ciencia que la llevó incluso a poner en peligro su vida, tardando demasiado en abandonar un laboratorio que tanto le había costado llegar a dirigir. Finalmente, por su humanidad. Por presentarse voluntaria como técnica de rayos X durante la Primera Guerra Mundial y negarse a participar en el proyecto Manhattan. Lise Meitner es mi clásica favorita y merece un mayor reconocimiento.*



La ciencia hace que las personas alcancen desinteresadamente la verdad y la objetividad. Enseña a la gente a aceptar la realidad, con asombro y admiración, sin mencionar la profunda alegría y temor que el orden natural de las cosas aporta al verdadero científico.

LISE MEITNER

### Primeros años

Lise Meitner nació en Viena en 1878. Si bien el día no se conoce con exactitud, en el registro de nacimientos de la comunidad judía de Viena aparece el 17 de noviembre de 1878, aunque en el resto de documentos figura el 7 de noviembre, que era la fecha que ella celebraba. Marie Curie (1867-1934) también nació un 7 de noviembre, por lo que dos de las físicas más universales, que además trabajaron en radiactividad, nacieron el mismo día del año. Incluso su nombre también experimenta una ligera variación respecto al original que era realmente Elise. Los Meitner provenían del pueblo de Meiethen en Moravia, una fértil región al norte de Viena que en la actualidad forma parte de la República Checa. Cuando la reforma administrativa del emperador José II requirió un

nombre de familia, el tatarabuelo de Lise tomó el apellido Meittheiner que indicaba que provenían de ese pueblo y poco después lo acortó a Meitner.

Sus padres, Hedwig y Philipp, contrajeron matrimonio en 1873. Philipp se licenció como abogado a principios de 1870 para participar en la creación de un nuevo orden político. También era maestro de ajedrez y disputó varias partidas memorables como el *Immortal Draw* frente a Carl Hamppe en Viena en 1872. Como librepensador y humanista estaba comprometido con las ideas liberales sobre la razón y el progreso cívico. Nunca solicitó una oficina, por ello, su casa se convirtió en un punto de encuentro de personalidades destacadas del ámbito cultural. Los niños podían permanecer en el salón escuchando las conversaciones y Lise siempre recordó la estimulante atmósfera intelectual en la que sus hermanos y ella habían crecido. El idealismo y la fe en el progreso que Philipp y Hedwig Meitner inculcaron a sus hijos dio su fruto y todos ellos cursaron estudios avanzados, lo cual era realmente extraordinario en aquellos tiempos.

El apartamento familiar estaba situado en el número 27 de Kaiser Josefstrasse, en el distrito de Leopoldstadt, un antiguo gueto que se había convertido en una confortable zona resi-

dencial de Viena. Lise fue la tercera de ocho hermanos, de los cuales Walter, el pequeño, era su favorito. A pesar de que la hermana con mayor talento musical era Auguste (madre del físico Otto Robert Frisch [1904-1979]), la segunda, Lise también tocaba el piano y sintió siempre una gran pasión por la música. Sin embargo, lo que realmente le despertaba una especial curiosidad eran las matemáticas y la ciencia. Con tan solo ocho años se sentía intriga-da por los efectos de la difracción de la luz y guardaba celosamente bajo su almohada un libro de matemáticas. Ya de pequeña presentaba un pensamiento racional y un cierto escepticismo, como muestra la reacción que tuvo una vez cuando su abuela le advirtió de que, si cosía en *Sabbath*, el cielo se desplomaría. Lise no podía creerlo y decidió hacer la prueba. Clavó la aguja en el bordado mientras miraba el cielo con ansiedad y viendo que tal y como imaginaba no había ninguna manifestación divina, siguió con su labor complacida. A partir de entonces bordaría en sábado durante toda su vida.

El 15 de julio de 1892 Lise recibió el *Jahres Zeugnis* que certificaba que había completado sus estudios en la *Mädchen-Bürgerschule*. Había aprendido aritmética básica (no álgebra), un poco de historia, geografía, ciencia, di-

\* Licenciada en Física y Directora de Next Door Publishers. Sevilla.

Lise Meitner en Viena en 1906. Fuente: Wikipedia.



bujo, canto, “labores femeninas”, francés y educación física. Las calificaciones fueron buenas y su comportamiento apropiado, sin embargo su actividad fue calificada simplemente como satisfactoria. Para Lise la escuela no resultaba estimulante, no suponía un reto. Firmada en la parte inferior de su *Jahres Zeugnis* podía leerse “vom weiteren Schulbesuch befreit” (liberada de más escolarización). Sus opciones intelectuales eran, por tanto, mínimas. Hasta finales del siglo XIX las mujeres estaban excluidas por ley de las universidades austriacas y, por el mismo criterio, de las rigurosas escuelas de secundaria que preparaban para el *Matura* o examen de ingreso a la universidad. La escolarización pública, en el caso de las mujeres, finalizaba a los catorce años. El único camino que tenía una chica joven de clase media para seguir estudiando era matricularse a una *höhere Töchterschule* privada, una escuela para niñas de clase alta. La única profesión a la que podía aspirar, y que no requería formación universitaria, era enseñar una materia no reglada. Lise eligió el francés, obligada por su padre, aunque no existe prueba alguna de que sintiese un interés especial por esta lengua. A pesar de que esta formación era un seguro vital que le había prometido a su padre, la mayor parte de su tiempo lo destinaba al cuidado de su hermano pequeño Walter. Para ayudar a pagar las lecciones avanzadas de música hacía de tutora de chicas más jóvenes. También fue voluntaria en organizaciones de socorro y en escuelas para pobres. Lise siempre experimentaría una sensación de pérdida por no haber contado con una formación intelectual regular como la que tenían los chicos.

En Austria, hacia finales del siglo XIX, la resistencia a la escolarización universitaria de las mujeres empezó a disminuir gracias a la perseverancia de colectivos de mujeres que pidieron de forma regular una mejor educación secundaria. En 1897 el gobierno austríaco concedía el acceso de las mujeres a las facultades de filosofía (letras y ciencias) y unos años más tarde, a las de medicina. La necesidad de mujeres universitarias preparadas para ser profesoras hizo que las universidades se vieran obligadas a admitir mujeres de forma inmediata, incluso sin la asistencia y preparación en un *Gymnasium*, el equivalente a un centro de enseñanza secundaria. Discriminación positiva que tanto Lise como sus hermanas pudieron aprovechar. Su hermana Gisela fue la primera que se estrenó. Superó el examen de *Matura* tras dos años de lecciones privadas e ingresó en la escuela médica en 1900. Durante ese tiempo, Lise completó su formación como maestra y en 1899 inició su preparación para superar el *Matura* junto a otras dos jóvenes. Comprimieron los ocho años que se precisaban en el instituto en dos. Lise se dedicó en cuerpo y alma al estudio, era una oportunidad demasiado deseada para desperdiciarla. El tutor de física y matemáticas del grupo fue el primero de los profesores que marcaron a Lise. Se trataba de Arthur Szarvasi (1873-1919), un joven físico que acababa de terminar su doctorado en la Universidad de Viena. A pesar de que sus hermanas y hermanos solían burlarse de ella diciéndole: “Lise, te van a suspender, acabas de pasearte por el cuarto sin estudiar”, Lise consiguió aprobar y obtuvo el *Matura* en julio de 1901 en el Wiener Akademisches Gymnasium [Instituto Académico de Viena], una distinguida escuela para chicos en Beethovenplatz, en el distrito 1.º de Viena y en la que estudió Erwin Schrödinger (1887-1961). Las condiciones en las que se desarrolló el examen denominado *Externisten-Prüfung* (examen para estudiantes externos) fueron realmente muy duras y de catorce alumnos que se presentaron, solo aprobaron cuatro. Tres fueron estudiantes de Arthur Szarvasi y la cuarta fue Henriette Boltzmann (1880-1945), cuyo padre, Ludwig Boltzmann (1844-1906), llegaría a tener la máxima influencia formativa en la vida de Lise.

### Estudiante universitaria en Viena

Superado el examen de *Matura*, Lise entró en la Universidad de Viena en octubre de 1901. Estaba a punto de cumplir 21 años. Por fin sentía que había encontrado su sitio y estaba dispuesta a recuperar el tiempo perdido. Por aquel entonces el Instituto de Física se erigía en lo que había sido una pequeña casa de apartamentos y sus condiciones eran deplorables hasta tal punto que ella comentó en una ocasión: “Muchas veces pensé, si un día ocurriese un incendio aquí, muy pocos de nosotros saldríamos vivos”. Con todo, la enseñanza que se

impartía y la investigación que se llevaban a cabo eran de una gran calidad. El profesor del curso de física al que Lise asistió impartía la materia con una claridad excepcional. La asignatura estaba en un principio diseñada para estudiantes de farmacia, pero las dotes docentes del Profesor Franz Exner (1849-1926) —físico austriaco perteneciente a una de las más importantes familias universitarias del Imperio Austrohúngaro— hacían que acudiesen a sus clases estudiantes de todas las disciplinas. Aunque solo era profesor de los estudiantes de primer año, dirigió los laboratorios de física avanzada y supervisó a un gran número de doctorandos. Exner era amigo de Wilhelm Röntgen (1845-1923) y había introducido la investigación en rayos X y sus aplicaciones médicas en Viena. También fue uno de los primeros en interesarse en la radiactividad.

En su segundo año de Universidad, Meitner inició sus estudios de física con fervor, matriculándose los primeros seis meses en mecánica analítica, electricidad y magnetismo, elasticidad e hidrodinámica, acústica, óptica, termodinámica y teoría cinética de gases, así como en física matemática cada semestre y hasta en un curso de filosofía de la ciencia. Una selección de asignaturas muy común que contaría, no obstante, con un aspecto inusual que marcaría su carrera científica: todas las materias eran impartidas por un único profesor, el físico teórico Ludwig Boltzmann. Por aquel entonces Boltzmann tenía 58 años y era un hombre corpulento, miope, con cabello castaño rizado y una barba rojiza y alguien que conseguía despertar el cariño y la admiración de sus estudiantes. Boltzmann comenzó el curso de mecánica de 1902 con unas palabras que cautivaron a Lise y que siempre recordaría: “Les ofrezco todo lo que tengo: yo, mi entera forma de pensar y de sentir”, y les pidió lo mismo, “su confianza, su cariño, su amor —en una palabra— lo máximo que tenéis, la capacidad de entregar: vosotros mismos”.

Boltzmann aceptaba mujeres como estudiantes oficiales, ya que era totalmente contrario a la discriminación por género. En 1872, mucho antes de que les estuviera permitido a las mujeres ingresar en las universidades austriacas, conoció a Henriette von Aigentler, una aspirante a profesora de matemáticas y física en Graz, que deseaba asistir extraoficialmente a la Universidad. Al negársele ese permiso, Boltzmann le aconsejó que apelase, y lo hizo con éxito. Más tarde contrajeron matrimonio. Lise conoció a la esposa e hijas de Boltzmann y siempre consideró que su vida familiar era armoniosa. En su vida académica era proverbial el gran esmero con que preparaba todas sus clases e intervenciones. Para él, la acogida entusiasta de sus jóvenes alumnos era fundamental y contribuía de forma determinante en su entrega en la actividad docente. Sin embargo, el problema de Boltzmann era su delicada salud. Padecía varias patologías siendo la más grave, y la que finalmen-

te acabó con su vida, una depresión que incluyó varios intentos de suicidio.

Finalizada la carrera en el verano de 1905, Lise comenzó su investigación doctoral, que en las universidades austriacas y alemanas acostumbraba a realizarse en unos meses. Para adquirir más experiencia de laboratorio, se decantó por un proyecto dirigido por Franz Exner y su ayudante Hans Benndorf (1870-1953), quienes elogiaron la complejidad de su investigación y su habilidad experimental. El tema de su tesis doctoral versaba sobre una *prueba de una fórmula de Maxwell* y fue publicada bajo el título “Conducción del calor en sólidos no homogéneos” en los Anales del Instituto de Física de Viena [“Wärmeleitung in inhomogenen Körpern”, *Aus d. II. physikal. Inst. d. k. k. Univ. in Wien*, 22 Feb. 1906]. La influencia que tuvo Exner sobre Lise Meitner, sin embargo, parece que fue escasa, apareciendo únicamente de forma fortuita en sus memorias. Tanto Exner como Boltzmann participaron en los exámenes orales que Lise pasó brillantemente en diciembre de 1905, su *Rigorosen*, con la calificación de *summa cum laude*. El 1 de febrero de 1906 obtenía su doctorado. En ese momento el curso académico estaba a la mitad y Lise aún no había tomado ninguna decisión sobre su futuro inmediato. Afortunadamente, el físico teórico Paul Ehrenfest (1880-1933), que unos años antes había realizado su doctorado bajo la tutela de Boltzmann, impresionado por los detallados apuntes que había tomado Lise de todas las lecciones de éste, le sugirió que trabajasen juntos en el estudio de la dinámica analítica. La doctora pudo disfrutar de nuevo de un profesor con tanto talento para la enseñanza como lo tenía Boltzmann. De Ehrenfest, que era más joven que ella, Lise señaló: “Fue un profesor excelente y estimulante. Estoy segura que trabajar con él ha sido de gran ayuda para mi desarrollo científico”. Lise era aún muy tímida y el encanto y sociabilidad de Ehrenfest a veces la descolocaban: “Debo confesar, que a veces, me sentía incómoda por su inclinación a tratar temas personales”.

Ehrenfest también le habló de un experimento de óptica que el físico británico Lord Rayleigh (1842-1919) no había podido explicar. Meitner no solo lo interpretó sino que predijo y demostró experimentalmente algunas de sus consecuencias. Describió su estudio en el trabajo “Algunas conclusiones derivadas de la fórmula de reflexión de Fresnel” [“Über einige Folgerungen, die sich aus den Fresnel'schen Reflexionsformeln ergeben”, *S. Ver. Akad. Wiss. Wien IIa, Bd. 115*, 259–286 (1906)]. Esta investigación la convenció de que era capaz de realizar un trabajo científico de forma independiente. Mientras participaba en el estudio de la óptica, decidió aprender los procedimientos experimentales que se utilizaban en el nuevo campo de la radiactividad. El año anterior había asistido a un seminario avanzado



impartido por Egon von Schweidler (1873-1948) sobre el tema y había despertado su interés por el mismo. Para instruirse contactó con Stefan Meyer (1872-1949), un ayudante en el Instituto de Boltzmann que, a pesar de su juventud, ya tenía una cierta reputación en este campo. En junio de 1906 completó su investigación, introduciendo varias sustancias radiactivas nuevas y la utilización como instrumento en sus experimentos del electroscope de hojas. Hay que tener en cuenta que por aquel entonces se creía que cada nueva sustancia radiactiva era un nuevo elemento dado que la existencia de isótopos no fue aceptada plenamente hasta alrededor de 1913.

### Futuro incierto

En el verano de 1906 llegó el momento de evaluar su futuro. El hecho de haberse convertido en la doctora Lise Meitner no le garantizaba un porvenir mejor del que tenía a los 14 años. A pesar de haber sido la segunda mujer que había obtenido un doctorado en física en la universidad austri-



Otto Hahn y Lise Meitner en su laboratorio de la Universidad de Berlín hacia 1909. (Con el permiso del Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin-Dahlem).

ca, sabía que no había ninguna perspectiva para una mujer de trabajar como científica. En Austria todavía no había *Assistent* femeninas, la primera posición en el escalafón académico universitario; no existían colegios para mujeres como los de los Estados Unidos con puestos para unas pocas mujeres científicas y no había grandes probabilidades de trabajar en la industria. Una oportunidad que barajó fue la de trabajar en el laboratorio de Marie Curie (1867-1934) en París, pero su solicitud fue rechazada por la no disponibilidad de plazas y Lise no se tomó demasiado bien esta negativa. Así que parecía que debería seguir otra vez los consejos de su padre y obtener las credenciales necesarias para ganarse la vida. Se inscribió para dar clases en una escuela de niñas, pero la enseñanza no satisfizo su vocación científica. Grandes, tal vez insuperables, obstáculos se interponían en el camino de una mujer en la ciencia y Lise percibía que no había ningún camino a seguir.

El 5 de septiembre de 1906 la comunidad científica se conmocionó. Ludwig Boltzmann había puesto fin a su vida. En un homenaje a su amigo y adversario científico, Wilhelm Ostwald (1853-1932) describió a Boltzmann como una víctima de los inmensos sacrificios de salud y fuerza que se exigen a los que luchan por la verdad científica. Lise era más realista y atribuyó su suicidio a la “inestabilidad mental” que Boltzmann padecía. La tragedia la marcó profundamente y la llevó a tomar una determinación: continuaría su carrera científica a pesar de las dificultades. No abandonaría la física, siempre estaría viva la chispa que Boltzmann había encendido en ella. En otoño de ese año simultaneó su actividad como docente en la escuela femenina con su trabajo como investigadora junto a Stefan Meyer, que asumió temporalmente la dirección del Instituto de Boltzmann. A finales de año, Meitner experimentó sobre la interacción de las partículas alfa con la materia. Descubrió que la dispersión aumenta con la masa atómica de los átomos de los metales. En unos pocos años, la dispersión alfa llevaría a Ernst Rutherford (1871-1937) a formular su modelo de átomo nuclear. Publicó sus resultados bajo el título *Sobre la “Difusión de los Rayos Alfa”* [“Über die Zerstreuung der Alphastrahlen”, *Physikalische Zeitschrift* 8, 489-491 (1907)] y a finales de ese año Lise volvió a enfrentarse ante una nueva decisión importante. En una ciudad como Viena su futuro parecía no tener otra opción que la enseñanza, así que, con el coraje que le habían dado las tres investigaciones que había completado trabajando de forma independiente, decidió proseguir su carrera en Berlín y dejar atrás su ciudad natal.

### Primeros pasos en Berlín

A pesar de la decisión meditada de abandonar Viena y marchar a Berlín, Lise sentía una cierta inseguridad. Aunque estaba realmente convencida de que en Viena sus oportunidades de seguir una carrera científica eran prácticamente nulas, en Alemania tampoco se presentaban mejores. Los contratos que se ofrecían a las mujeres en las universidades alemanas eran de segunda categoría y solían conllevar los trabajos monótonos que no querían realizar los hombres. Pero aún así, Lise no estaba dispuesta a rendirse, necesitaba seguir aprendiendo y en Berlín se encontraba el gran físico teórico Max Planck (1858-1947), toda una autoridad en la física alemana en aquella época. Lise Meitner le solicitó asistir a sus clases y Planck, reacio a la educación universitaria para las mujeres, se extrañó mucho de que contando Lise ya con un doctorado aspirase aún a más. Pero ella le transmitió su deseo de profundizar en su formación y Planck, impresionado con la resolución de su futura alumna, aceptó su petición. Después de Boltzmann, Planck sería el científico más influyente en el desarrollo intelectual

tual de Lise y pronto se convirtió en una figura paternal para ella, en su mentor. La invitaba a las tardes musicales que organizaba en su casa y Lise gozaba de la música y de la compañía de sus mejores amigas, las dos hijas de Planck. Durante las veladas, su profesor estaba al piano, Albert Einstein (1879-1955) tocaba el violín y un joven radioquímico, Otto Hahn (1879-1968), cantaba con voz de tenor.

Otto Hahn, apuesto y sociable, había estudiado con William Ramsay (1852-1916) en el University College de Londres y posteriormente con Rutherford en la McGill University de Montreal. En 1907 propuso a Lise que se uniese a él en sus investigaciones sobre radiactividad. Esta colaboración duraría más de treinta años. Hahn creía que para estas investigaciones era necesario llevar a cabo un trabajo interdisciplinar entre el campo de la química y el de la física, y Lise era la persona que andaba buscando. Ella, por su parte, todavía insegura en una ciudad que sentía ajena, reconoció en él a un amigo y a alguien que podía enseñarle muchas cosas sobre radiactividad. Quería iniciar esa colaboración pero antes tenía que hacer frente a otra dificultad derivada de su género: el Instituto de Química dirigido por Emil Fisher (1852-1919), donde Hahn trabajaba de asistente, no admitía mujeres. Por fortuna, Hahn logró llegar a un acuerdo con Fisher y permitieron a Lise que investigase en un local situado en un sótano y que anteriormente había sido una carpintería. No se parecía en nada a un laboratorio, pero Lise encajó el golpe estoicamente y propuso dotarlo de los aparatos necesarios para llevar a cabo los experimentos que tenía en mente. El resultado fue satisfactorio, ya que, pese a trabajar en unas condiciones tan primitivas, los dos publicaron en 1908 un artículo conjunto sobre “La absorción de rayos beta de unos pocos elementos radioactivos” [O. Hahn y L. Meitner, “Über die Absorption der Betastrahlen einiger Radioelemente”, *Physikalische Zeitschrift* 9, 321-333 (1908)] y hasta finales de 1909 ocho artículos más, todos ellos sobre emisores de radiación beta. Durante ese tiempo Lise, al no recibir ninguna compensación económica por parte de la Universidad de Berlín, sobrevivió como pudo con el poco dinero que le enviaban sus padres y con lo que ganaba impartiendo clases particulares. Afortunadamente su situación cambió en 1911 cuando Planck volvió a entrar en escena y la contrató como asistente. Su trabajo era puramente administrativo pero con él se convirtió en la primera mujer que ganaba un sueldo en una universidad alemana.

En 1912 Lise pudo por fin abandonar su pseudolaboratorio para dar los primeros pasos en su carrera académica. En Dahlem, una localidad al suroeste de Berlín, se había fundado el año anterior el Instituto de Química Kaiser Wilhelm, y la nombraron “física invitada” en el Departamento de Radiactividad (situado en el hoy Edificio Hahn-



Meitner de la Universidad Libre de Berlín). Junto a Hahn, que ocupaba un puesto de científico asociado, iniciaron la búsqueda de un elemento radiactivo de vida media larga, que creían predecesor del actinio. Por desgracia el trabajo se vio interrumpido con el estallido de la Primera Guerra Mundial cuando Hahn tuvo que ir al frente.

### Primera Guerra Mundial

Al comienzo de la Gran Guerra, Lise pensó en instalar un hospital militar en el Instituto Kaiser Wilhelm de Química y con este fin solicitó el apoyo del director del Instituto, el químico Ernst Beckman (1853-1923), y de Max Planck. A pesar de la negativa de ambos no se dio por vencida y decidió compaginar sus trabajos de investigación con la asistencia a cursos de anatomía y de técnico de rayos X. Más tarde, con las movilizaciones, simultaneó su colaboración con el Hospital Lichterfelde, situado a las afueras de Berlín, como técnica de rayos X con el mantenimiento de un laboratorio que en esos momentos carecía de personal.

En el verano de 1915, Lise tuvo conocimiento de las actividades que Marie Curie y su hija Irène desempeñaban detrás de las líneas del frente de Francia y decidió dejar Viena para ser voluntaria como enfermera-técnica en rayos X con el ejército austriaco. El 4 de agosto de 1915, unos meses antes de cumplir los 37 años, Lise subía a un tren que se dirigía a Polonia como integrante de una unidad de doscientos veinte hombres, cincuenta enfermeras y diez médicos. Tras su entrenamiento y vacunación había sido asignada como voluntaria a un hospital militar situado en Lviv (Ucrania), a unos 40 km del frente ruso. Durante el trayecto, que duró sesenta horas, ya pudo comprobar las huellas de destrucción que dejaba la guerra en las zonas de combate. El objetivo era convertir el instituto técnico local en un hospital de campaña. Hasta aquel momento solo se contaba con un hospital de campo que no podía dar cabida a la gran cantidad de heridos que llegaban diariamente-

Edificio Hahn-Meitner en la Universidad Libre de Berlín, antigua sede del Instituto de Química Kaiser Wilhelm. Fuente: Wikipedia.





Asistentes al «bonzenfrei Kolloquium» en Berlín en 1920. De izquierda a derecha: Otto Stern, Wilhelm Lenz, James Franck, Rudolf Landenburg, Paul Knipping, Niels Bohr, Ernst Wagner, Otto von Baeyer, Otto Hahn, Georg de Hevesy, Lise Meitner, Wilhelm Westphal, Hans Geiger, Gustav Hertz y Peter Pringsheim. (Con el permiso del Niels Bohr Archive, Copenhague).

te. El nuevo hospital permitiría que los enfermos tuviesen más camas libres y no recibieran el alta hospitalaria prematuramente.

Hasta que los equipos de rayos X no estuvieron instalados, desempeñó todo tipo de tareas: ayudar en las operaciones de cada mañana, limpiar mesas de operaciones e instrumental, vendar a los heridos, etc. Cuando las instalaciones ya estuvieron listas, y tal como dejó reflejado en sus cartas, podía hacer más de doscientas radiografías diarias. Sin embargo, la extrema gravedad de los soldados que atendía hacía que en la mayoría de ocasiones el empleo de las técnicas radiográficas no contribuyese a su salvación. Cada vez que lo hacían sentía una profunda satisfacción: “El cirujano me dijo que los rayos X han salvado la vida de al menos

veces siento nostalgia por la física, siento que ya apenas sé lo que es la física”. A principios de 1916 la actividad en el hospital decreció debido a que el frente oriental había alcanzado un punto muerto. Lise solicitó el traslado al sur, donde se producían los combates entre italianos y austriacos, una zona donde la gran intensidad del conflicto hacía su presencia más necesaria. Mientras se produce el traslado, Lise visita Berlín y también trabaja en el Instituto para la investigación del Radio de Stefan Meyer en Viena. En el nuevo destino, Trento, hoy perteneciente a Italia pero entonces ciudad del Imperio austrohúngaro, el trabajo vuelve a decrecer y solicita que la envíen a “algún lugar donde haya trabajo”. Finalmente, el destino es Lublin (Polonia). Allí vive una ofensiva rusa de tal magnitud que los médicos, agotados y enfermos, son incapaces de tratar a la multitud de heridos. Lise siente que ya no es útil, que su lugar está en su instituto de Berlín: “Sin mí las cosas irían igual de bien. Si estoy en lo cierto, mi deber es volver al Instituto Kaiser Wilhelm. Digo mi deber porque si hubiera seguido mis deseos, habría regresado haría mucho tiempo”.

### Un laboratorio propio

En 1917 Otto Hahn le pidió que volviese al Instituto y ella tuvo que requerir la ayuda y la influencia de Planck para que se lo permitiesen. Allí dispuso por primera vez de su propio laboratorio y pudo seguir con el estudio del nuevo elemento radiactivo. En otoño del mismo año ya tenía la prueba de su existencia y el nombre que le pondría: *Protoactinium* (progenitor del actinio), que más tarde se acortó a *protactinium* (en español, protactinio). Lise y Hahn publicaron su descubrimiento en “El elemento predecesor del actinio, un nuevo elemento radiactivo de una vida media muy larga” [O. Hahn y L. Meitner, “Die Muttersubstanz des Actiniums, ein neues radioaktives Element von langer Lebensdauer”, *Physikalische Zeitschrift* 19, 208-218 (1918)]. Lise presentó estos resultados en reuniones y conferencias ante los científicos berlineses que no habían sido movilizados.

En 1920 formó parte del grupo de científicos destacados que se reunieron con Niels Bohr (1885-1962) en Berlín en un encuentro que ella misma organizó, y que es conocido como el “*bonzenfrei Kolloquium*”. “Bonze” es “pez gordo” en alemán. Se trataba, por tanto, de una reunión sin “peces gordos” a la que no podía asistir nadie que ya fuera profesor. Años más tarde Lise escribiría que tuvo que ir a ver a Planck, en cuyo domicilio se alojaba Bohr durante su estancia en Berlín, para decirle que venía a invitar a Bohr a la reunión pero que él no podía asistir. A ese encuentro sin “peces gordos” organizado por Lise Meitner en 1920 asistieron quince investigadores, físicos y químicos, seis de los cuales acabarían siendo galardonados con el Premio Nobel (Niels Bohr, Otto Stern, James



Lise Meitner en su laboratorio del Instituto Kaiser Wilhelm en 1931. (con el permiso del Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin-Dahlem).

uno de los heridos [...]. Esta es una pequeña alegría entre tantas calamidades”. También ejercía de mecánico del hospital.

Durante el día los pacientes ocupaban todos sus pensamientos, pero por la noche le invadía la nostalgia por su actividad científica anterior: “A

Franck, Otto Hahn, Georg von Hevesy y Gustav Hertz).

En 1926, Lise Meitner se convierte en profesora de física nuclear experimental en la Universidad de Berlín, la primera mujer en Alemania en ocupar una plaza de catedrática de física, y más adelante ocupa el puesto de directora del departamento de física del Instituto Kaiser Wilhelm de Química. En verano de 1931 la Sociedad Kaiser Wilhelm (Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, KWG) celebra su reunión anual en Harnack-Haus (Berlín). Los invitados a la misma se van a encontrar con un hecho nuevo y que nadie se podía esperar: una de las tres conferencias plenarias será impartida —por primera vez en la historia de la KWG— por una mujer. Lise Meitner habla en su conferencia *Sobre las interrelaciones entre masa y energía*, un tema de gran interés para la física nuclear.

Quedaba claro que Lise Meitner era ya una científica reconocida internacionalmente y hasta Albert Einstein se refería a ella como “la Madame Curie alemana” (aunque realmente ella era austriaca).

### La física de la fisión

En los años treinta del siglo xx la física nuclear estaba en plena ebullición. En 1932, *annus mirabilis* de la física nuclear y de partículas, el físico británico James Chadwick (1891-1974) descubría el neutrón en el Cavendish. El neutrón se convirtió, no solo en un gran aliado para conocer mejor el núcleo atómico, sino también en el gran protagonista de la conferencia Solvay de 1933 —al que más adelante se volverá a hacer referencia—. Hasta entonces la física nuclear estaba ligada a la radiactividad y los proyectiles utilizados eran las partículas alfa y beta emitidas por los núcleos radiactivos. Sin embargo, con el descubrimiento del neutrón era posible disponer de un nuevo tipo de proyectiles. El físico italiano Enrico Fermi (1901-1954) y sus colaboradores se dedicaron a partir de 1934 a irradiar con neutrones distintos elementos para estudiar las reacciones nucleares que tenían lugar y las sustancias radiactivas que se producían. Como resultado observaron que en ninguna de las reacciones inducidas el núcleo sufría grandes modificaciones. Esto era consecuente con lo que se creía hasta entonces sobre el núcleo que, incluso en los elementos radiactivos, gozaba de bastante estabilidad. Los neutrones parecían unas partículas demasiado insignificantes para alterar el núcleo del átomo de forma notoria. También encontraron que en los núcleos pesados siempre se daba una reacción de captura neutrónica seguida de una desintegración beta. Al absorberse el neutrón el número atómico del elemento resultante de la desintegración aumentaba y Fermi se planteó qué pasaría si se irradiaba uranio, que era el elemento químico cuyo número atómico, el 92, era el más alto conocido en aquel entonces. En principio, a partir de los resultados experimenta-

les obtenidos hasta ese momento, parecía lógico pensar que podría crearse un elemento de mayor número atómico, un transuránido. Sin embargo, cuando Fermi bombardeó el uranio y consiguió que absorbiera un neutrón, no encontró el supuesto elemento 93. Nadie era capaz de descifrar lo que ocurría.

En 1933 tenía lugar en Bruselas la séptima conferencia Solvay cuyo tema principal no podía ser otro que el de la *Estructura y propiedades de los núcleos atómicos*. Fueron 44 los científicos participantes en esta conferencia, 41 hombres y 3 mujeres: Marie Curie, Irène Joliot-Curie (1897-1956) y Lise Meitner. A este congreso también asistió el físico español Blas Cabrera (1878-1945). Al año siguiente, Lise Meitner fue invitada a pronunciar una conferencia en un acto para conmemorar el centenario del nacimiento de Dmitri Mendeleiev (1834-1907) y a su regreso se decidió a desentrañar el misterio de los transuránidos. Para ello solicitó la colaboración del mejor radioquímico que conocía, su amigo Otto Hahn y, poco después, ambos contactaron con Fritz Strassmann (1902-1980). En su búsqueda de los transuránidos



partieron de dos hipótesis erróneas, una física y otra química, que llevaron la investigación a la total oscuridad durante muchos años. La física, que partía de las observaciones de Fermi, suponía que los cambios producidos en el núcleo siempre serían pequeños y la química consistía en considerar los transuránicos como elementos de transición. Recordemos que en los años veinte y treinta del siglo xx se creía que el propio uranio era un elemento de transición. Sin embargo, mientras muchos científicos andaban perdidos, la química alemana Ida Noddack (1896-1978), contraria a las teorías de Fermi, especulaba en su artículo “Sobre el elemento 93” [“Über das Element 93”, *Angewandte Chemie* 47, 653-655 (1934)] sobre la posibilidad de que “el núcleo se rompa en varios fragmentos grandes que serían, por supuesto, isótopos de elementos conocidos, pero no serían vecinos del elemento irradiado”. De este modo presagió la fisión nuclear aunque, al no ofrecer ninguna base teórica que justificase su hipótesis, ésta no fue tenida en cuenta. Su planteamiento

Participantes de la séptima conferencia Solvay (1933). Lise Meitner sentada la segunda empezando por la derecha, entre Louis de Broglie y James Chadwick. Fuente: Wikipedia.





Coloquio en Copenhague hacia 1936. Niels Bohr de pie el primero por la izquierda, sentados en la primera fila y de izquierda a derecha: Wolfgang Pauli, Pascual Jordan, Werner Heisenberg, Max Born, Lise Meitner, Otto Stern, James Franck y George de Hevesy. (Con el permiso del Niels Bohr Archive, Copenhagen).

suponía un verdadero desafío para lo que se pensaba en aquel momento.

A principios de 1933 Adolf Hitler era nombrado canciller de Alemania y con su llegada al poder se iniciaba primero el boicot y, poco más tarde, la persecución de los judíos. Lise Meitner, en un principio y pese a su origen judío, no fue repudiada gracias a su nacionalidad austriaca pero se le retiró el título y el privilegio de enseñar en la universidad. Solo pudo permanecer en el Instituto Kaiser Wilhelm porque éste no era una institución pública e incluso seguía ocupando el cargo de directora del departamento de física. Algunos amigos como Niels Bohr le ofrecieron trabajo y refugio fuera de Alemania pero Lise siguió trabajando en su laboratorio hasta que la situación fue completamente insostenible. Entre 1924 y 1936 recibió diez nominaciones para el Premio Nobel de Química por su trabajo pionero en radioquímica y en 1937 fue otra vez nominada al Nobel de Química por Max Planck y recibió además dos nominaciones para al Premio Nobel de Física, una de Werner Heisenberg (1901-1976) y otra de Max von Laue (1890-1960). Planck, Heisenberg y von Laue tenían la esperanza de que la obtención del Premio Nobel facilitase a Lise Meitner la legitimación de su posición de investigadora en el Instituto Kaiser Wilhelm y garantizase su permanencia en el mismo.

Pero en Alemania la situación cada vez era más peligrosa, la expulsaron del Instituto y, tras el *Anschluss* (anexión de Austria por Alemania) el 12 de marzo de 1938, no le quedaba otra opción que abandonar Alemania. El 13 de julio de 1938 Lise Meitner huía sin pasaporte de Alemania con destino a Holanda, con unos pocos vestidos en la maleta y sin apenas dinero (más tarde diría que abandonó Alemania con diez marcos en su bolso). Pasó la noche antes de partir en casa de los Hahn y Otto le dio el anillo de diamantes que había heredado de su madre por si surgía alguna emergencia. Sus colegas sabían que su exilio sería duro, que a pesar de su prestigio como física

nuclear, sería difícil encontrar un lugar adecuado donde pudiese trabajar. Lise había perdido su pensión al abandonar Alemania y sus amigos, los físicos holandeses Dirk Coster (1889-1950) y Adriaan Fokker (1887-1972), removieron cielo y tierra para solventar su falta de recursos. A través de una colecta recaudaron suficiente dinero para que pudiese vivir durante un año pero, al final, su esfuerzo no fue necesario. Lise Meitner recibió dos ofertas, una de Holanda y otra de Suecia, y optó por la del Instituto de Física de Estocolmo que dirigía Manne Siegbahn (1886-1978). Sin embargo, la elección de Suecia resultó desafortunada, ya que Siegbahn, que había ganado el Premio Nobel de Física en 1924 por su trabajo en espectrometría de rayos X, aun siendo más joven que Lise Meitner la consideraba anticuada y le prohibió dar clases. A sus sesenta años y una brillante carrera a sus espaldas, apenas le pagaba un sueldo de asistente recién llegada. Esto, sumado al hecho de que el banco de Berlín había cancelado su cuenta, volvía a colocarla en una posición económica delicada. Sentía de nuevo el desasosiego que le había invadido en sus primeros tiempos en Berlín y lo único que la ayudaba a soportar una situación tan desagradable eran los mensajes de aliento de buenos amigos como Niels Bohr y la fluida correspondencia que mantenía con Otto Hahn y Fritz Strassmann. Las cartas le permitían estar al corriente de la evolución de las investigaciones. Supo que ambos, al analizar los elementos resultantes del bombardeo de uranio, habían obtenido un producto que se comportaba igual que el bario. En un inicio pensaron que se trataba de radio, y así se lo comunicó Otto Hahn a Lise Meitner cuando se reunió en secreto con Niels Bohr, Otto Frisch y con ella en Copenhague el 10 de noviembre de 1938. En ese encuentro, documentado en el diario de Hahn, Lise le instó a verificar con urgencia y más cuidadosamente que se trataba de radio puesto que no le parecía posible. Tras el experimento sugerido por Meitner, Hahn se dio cuenta de que lo que habían obtenido en realidad era bario y el 19 de diciembre escribió a Lise para comunicarle los resultados y pedirle que resolviese el misterio. Lise Meitner le respondió que la única explicación posible era que el núcleo de uranio se hubiese partido. Otto Hahn tomó estas palabras y las añadió al artículo *Sobre la existencia de metales alcalinotérreos resultantes de la irradiación de uranio con neutrones* que publicaría con Strassmann el 6 de enero de 1939 [O. Hahn y F. Strassmann, *Über den Nachweis und das Verhalten bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle*, *Naturwissenschaften* 27, 11-15 (1939)]. En él no incluyó el nombre Lise Meitner por miedo a que el gobierno nazi descubriese que seguía colaborando con una *disidente* judía.

Lise Meitner, por su parte, después de escribir a Hahn, se quedó ensimismada sin poder pensar



en nada más y decidió salir a dar un paseo para reflexionar. Su sobrino Otto Frisch, hijo de su hermana Auguste, que trabajaba en el Instituto de Bohr en Copenhague y que había viajado a Suecia para pasar las fiestas navideñas con su tía, quiso acompañarla. Lise caminaba con paso acelerado a través del bosque nevado, mientras Frisch avanzaba a su lado con los esquíes, en silencio. Al rato, Lise se detuvo y le miró con las mejillas encendidas. Le pidió que se sentasen en un tronco y sacó un pedazo de papel donde poder garabatear. La clave era el modelo nuclear de la gota líquida propuesto inicialmente por George Gamow (1904-1968). En este modelo, se comparaba el núcleo con una gota de agua y, al igual que ésta no se partía a trozos, tampoco lo hacía el núcleo. Al igual que al romperse la tensión superficial en el caso de la gota de agua, el núcleo de uranio se había escindido en dos partes, que se separaron al contar con cargas eléctricas del mismo signo. Solo faltaba encontrar el origen de la inmensa energía a la que habían salido despedidos los fragmentos positivos de la reacción, diez veces superior a la observada anteriormente en un proceso nuclear. Lise pensó que podía provenir de la diferencia de masa entre el uranio inicial y las partes resultantes. Como recordaba de memoria las masas de todos los elementos implicados, hizo los cálculos sobre el papel obteniendo una diferencia igual a de  $1/5$  de la masa del protón que, a través de la ecuación de Einstein  $E = mc^2$ , equivalía a una energía de 200 MeV, coincidente con la energía liberada en la reacción. No podía ser casualidad, todo encajaba.

Con estos resultados en la mano, Frisch corrió a ver a Bohr que estaba a punto de partir hacia los Estados Unidos. Bastaron pocas palabras para que Bohr se diese cuenta de la grandeza del descubrimiento. Les preguntó si ya habían escrito el artículo y, tras la negativa de Frisch, prometió no hablar del tema hasta que lo publicasen. Meitner y Frisch redactaron el artículo titulado “Disintegration of Uranium by Neutrons: a New Type of Nuclear Reaction” que aportaba la base teórica del proceso al que decidieron denominar  *fisión nuclear*  a semejanza del término que empleaban los biólogos cuando una célula se dividía en dos. El artículo lo enviaron el 16 de enero de 1939 a la revista *Nature* y aparecía publicado en su sección *Letters to the Editor* el 11 de febrero [L. Meitner y O. R. Frisch, *Nature* 143, 239-240 (1939)]. Otto Hahn, por su parte, construyó lo que se convertiría en la historia oficial de los hechos durante treinta años. Aseguró que se trataba de un descubrimiento químico, hecho por químicos en el Instituto de Química Kaiser Wilhelm. Probablemente esta es la razón por la que le concedieron el Premio Nobel de Química en 1944 al químico del proyecto, el propio Otto, “por su descubrimiento de la fisión de núcleos pesados”. Abiertas las nominaciones realizadas a los Premios Nobel



hasta 1966, hoy sabemos que Lise Meitner recibió 29 nominaciones al Premio Nobel de Física entre 1937 y 1965 (entre ellas una de Otto Hahn en 1948) y 19 nominaciones al de Química entre 1924 y 1948. Sin embargo, su contribución científica no fue valorada como se merecía por ambos comités del Nobel y nunca recibió tan preciado galardón.

Estatua de Lise Meitner erigida en 2014 en el Campus de la Universidad Humboldt de Berlín. Fuente: Wikipedia.

### Guerra, posguerra y retiro

Descubierta la fisión nuclear y la energía que generaba, surgió con fuerza la posibilidad de diseñar una bomba de fisión de uranio. El 2 de agosto de 1939 Einstein remitía una carta (redactada por el físico americano de origen húngaro

Lise Meitner con algunas estudiantes en 1959. Fuente: Wikipedia.





Lápida en la tumba de Lise Meitner. Puede leerse la inscripción: «A physicist who never lost her humanity».

Leó Szilárd [1898-1964]) sobre la fisión nuclear al presidente de los Estados Unidos, Franklin D. Roosevelt, en la que le señalaba que como “este nuevo fenómeno permitiría la fabricación de bombas” y le alertaba de la posibilidad de que los nazis pudieran construir una bomba atómica. En 1941 se iniciaba el proyecto Manhattan en el Laboratorio de los Álamos, Nuevo México, con el objetivo de fabricar una bomba atómica. Lise Meitner rechazó la oferta de trabajar en este proyecto y, aunque servir en Los Álamos hubiese significado escapar de Estocolmo y trabajar de nuevo con sus colegas y amigos, ella dejó claro, en cuanto se lo pidieron contestó: “¡yo no tendré nada que ver con una bomba!”. Se oponía absolutamente a las armas nucleares y después de que las bombas fuesen lanzadas sobre Hiroshima y Nagasaki en agosto de 1945 señaló que “el descubrimiento de la fisión nuclear abrió una nueva era en la historia de la humanidad” y apoyó el uso de la energía nuclear para fines no bélicos. Urgió a los científicos a tener en cuenta las consecuencias morales de sus descubrimientos y pasó los años de posguerra viajando, impartiendo conferencias y abogando tanto por el control de armas como por la igualdad de participación de las mujeres en la ciencia. Por su propia experiencia estaba muy preocupada por la situación de la mujer en el ámbito científico y en 1960 publicó “The status of women in the professions” [*Physics Today* 13, 16-21 (1960)].

Sin embargo, en los países aliados, especialmente Gran Bretaña y Estados Unidos, Lise Meitner fue vista como una espía y una heroína de guerra. En la primera página de *The New York Times* aparecía convertida en una mujer judía y luchadora que había ocultado el secreto de la fisión nuclear a los nazis para llevarlo a América. Llegaron a referirse a ella como la “madre judía de la bomba” (*jewish mother of the bomb*), término que no podía ser más desafortunado. Para empezar, nadie escondió ningún descubrimiento puesto

que éste fue publicado en la literatura científica nueve meses antes de que empezase la guerra en Europa. Los alemanes lo conocían perfectamente y sus militares empezaron a investigar en la fisión nuclear bastante antes de que lo hicieran los aliados. Aparte de esto, si bien ella era de origen judío, había sido bautizada protestante y, como se ha señalado, se negó rotundamente a participar en el diseño y fabricación de la bomba atómica. Pero ello no impidió que al ser invitada a Estados Unidos para dar clase durante un semestre como profesora visitante en la Universidad Católica de América en Washington D.C. la recibiesen con todos los honores. Era una estrella y, como tal, le propusieron participar en una película sobre su vida. A Lise esta proposición le pareció un disparate y se limitó a responder con un: “antes de cooperar soy capaz de caminar desnuda por Broadway”. Mientras tanto, en Estocolmo, sus condiciones profesionales mejoraron notablemente al obtener una cátedra en la Comisión Sueca de la Energía Atómica en el Real Instituto de Tecnología. Su último artículo “Fission and nuclear shell model”, publicado en 1950 [*Nature* 165, 561-561 (1950)], versó en torno al modelo de capas del núcleo atómico, un modelo alternativo al de la gota líquida que tan útil le había sido para explicar la fisión.

En 1960 se trasladó a Cambridge (Inglaterra) para estar cerca de su sobrino Otto Frisch que era profesor en la Universidad. Falleció allí el 27 de octubre de 1968 y fue enterrada, conforme a sus deseos, en Bramley junto a su hermano Walter. En su lápida puede leerse la inscripción que redactó su sobrino, las palabras que mejor la describen: “Lise Meitner: una física que nunca perdió su humanidad”.

## Bibliografía

- [1] R. L. SIME, *Lise Meitner, A life in Physics* (University of California Press, Berkeley 1996).
- [2] F. J. BALLESTEROS ROSELLÓ y D. R. A. STERN, *Las mujeres de la Luna* (Next-Door Publishers, Pamplona 2016).
- [3] O. R. FRISCH, *De la fisión del átomo a la bomba de hidrógeno: Recuerdos de un físico nuclear* (Alianza Editorial, Madrid 1982).
- [4] L. MEITNER, “Looking Back”, *Bulletin of the Atomic Scientist* 2-7, noviembre 1964.
- [5] M. J. CASADO, *Las damas del laboratorio: Mujeres científicas en la historia* (Debate, Barcelona 2007).
- [6] S. RIERA I TUÈBOLS, D’Alexandria a l’era nuclear: cinc dones de ciència (Edicions de l’Albí, 2009).
- [7] E. CRAWFORD, R. L. SIME y M. WALKER, “A Nobel Tale of Postwar Injustice”, *Physics Today* 50 (9), 26-32 (1997).
- [8] *Complete Dictionary of Scientific Biography*, vol. 9, (Detroit, Charles Scribner’s Sons, 2008, pp. 260-263).
- [9] R. L. SIME, “Lise Meitner y el descubrimiento de la fisión nuclear”, *Investigación y Ciencia*, n.º 258, 4-10 (1998).