

- [7] Fernández y Fernández-Arroyo, F. J. (1984). "Notas sobre la población de aves de presa del Refugio de Rapaces de Montejo (años 1975 a 1984)". Trabajo inédito. 2936 páginas.
- [8] Fernández y Fernández-Arroyo, F. J. (1993a). "Lista de vertebrados del Refugio de Rapaces de Montejo (1975-1992)". Edición del autor. Madrid. 55 págs.
- [9] Fernández y Fernández-Arroyo, F. J. (1993b). "Impacto humano en las poblaciones de rapaces rupícolas". Editado por el autor. Madrid. 39 págs.
- [10] Fernández y Fernández-Arroyo, F. J. (1994). "El alimoche en el Refugio de Rapaces de Montejo". *Biblioteca, estudio e investigación*, 9: 135-182.
- [11] Fernández y Fernández-Arroyo, F. J. (1996). "Los mamíferos del Refugio de Rapaces de Montejo". Edición del autor. Madrid. 62 págs.
- [12] Fernández y Fernández-Arroyo, F. J. (1998a). "El águila perdicera en el Refugio de Rapaces de Montejo". Edición del autor. Madrid. 26 págs.
- [13] Fernández y Fernández-Arroyo, F. J. (1998b). Observaciones de buitres africanos en España. *100cias@uned* 1: 32-40.
- [14] Fernández y Fernández-Arroyo, F. J. (1998c). "Sobre los buitres leonados y el Refugio de Montejo." *Argutorio*, 2: 20-21.
- [15] Fernández y Fernández-Arroyo, F. J. (1999). "Vulture populations in the Montejo Raptor Refuge, Spain". *Vulture News*, 40: 3-19.
- [16] Fernández y Fernández-Arroyo, F. J. (2000). "Hoja Informativa sobre el Refugio de Rapaces de Montejo", N° 24. Editada por el autor. Madrid. 100 págs.
- [17] López Vallejo, N. (2000). "Montejo, el paraíso de los buitres". *Diario de Burgos*, suplemento semanal, 6-2-2000, págs. 2, 4-5.
- [18] Madariaga y Giraldo, R. (1974). "Editorial". *ADENA*, 9: 3-4.
- [19] Martínez Colodrón, L. (2000). "El edén que surgió tras el olvido". *El Norte de Castilla* (ed. de Segovia), 16-1-2000, págs. 6-7.
- [20] Ortiz de la Torre Tejedor, F. (1975). "El Refugio de Rapaces de Montejo. Otra realización de ADENA". *ADENA*, 10: 9-15.
- [21] Pou Vázquez, M. (1995). "Félix Rodríguez de la Fuente: El hombre y su obra". Ed. Planeta. Barcelona. 269 págs.

Fidel José Fernández  
Fernández-Arroyo

Dpto. de Matemáticas Fundamentales

## LAS MUJERES Y LA CIENCIA

### En el centenario de los Premios Nobel de Física: Semblanzas de Marie Curie y María Göppert-Mayer

#### INTRODUCCIÓN

El pasado 29 de junio de 2000 se cumplían cien años de la creación de la Fundación Nobel en Suecia. Esta fundación para el desarrollo de las ciencias y las humanidades fue creada por Alfred Nobel, ingeniero, químico y descubridor de la dinamita en 1866. Creador de un número elevado de patentes industriales, Alfred Nobel fue al mismo tiempo un intelectual cuyas inquietudes se vieron plasmadas en el contenido de su testamento. Redactado en 1895, un año antes de su muerte, en él mencionaba su deseo de crear una fundación, cuya financiación debía provenir de los intereses de sus negocios y compañías creadas a lo largo de su vida profesional, no solo como químico sino como inventor prolífico. Así, en su testamento aparecen los siguientes párrafos:

...los intereses de la fundación deberán ser distribuidos en forma

*de Premios, a aquellos que durante los años precedentes hayan conferido un gran beneficio a la humanidad. Estos intereses deben dividirse en cinco partes iguales, que deben proporcionarse como sigue: una parte a la persona que haya hecho el más importante descubrimiento o invención en el campo de la física; una parte a la persona que haya hecho el más importante descubrimiento químico o mejora; una parte a la persona que haya hecho el más importante descubrimiento en el dominio de la fisiología o la medicina; una parte a la persona que haya producido el mejor trabajo, demostrando una tendencia idealista, en el campo de la literatura; y una parte a la persona que haya realizado el mayor o mejor trabajo para la fraternidad entre las naciones, para la abolición o reducción de armamento o para el cumplimiento y promoción de congresos para la paz.*

Se necesitaron, sin embargo,

unos años de negociaciones y de superación de dificultades hasta que en 1901 la fundación concedió los primeros Premios Nobel según el espíritu del testamento de Alfred Nobel. No cabe duda que su existencia, durante estos cien años ha estado ligada fuertemente a la historia de la ciencia moderna, de las artes y al desarrollo de ciertas ideas socio-económicas y políticas que han marcado al s. XX, al menos en las esferas intelectuales del mundo occidental.

Sin embargo, hay algo en la concesión de los Premios Nobel que puede causar una cierta sorpresa y es el número de mujeres que en estos cien años lo han recibido. En el caso de los Premios Nobel de Física<sup>1</sup> este número es tan exiguo que aquí el plural se debe a que han sido dos mujeres las que lo han recibido. Una de ellas, Marie Curie, lo recibió en 1903, conjuntamente con su marido Pierre Curie y con Henrie

Becquerel, por el descubrimiento de la radioactividad natural. El segundo premio, sesenta años después, le fue concedido a María Göppert-Mayer, conjuntamente con Eugene Wigner y Hans Jensen, por sus contribuciones a la teoría de los núcleos atómicos y las partículas elementales, con el llamado modelo de capas. Desde 1963 no se ha vuelto a conceder ningún Premio Nobel de Física a ninguna otra mujer.

### LA TRAYECTORIA VITAL DE UNA MUJER DEDICADA A LA CIENCIA: EL CASO DE MARIE CURIE

Las vidas de aquellas personas que han dejado huella en la humanidad, sea por su talento literario, como por sus hazañas épicas o por su personalidad excéntrica y artística, están sin duda llenas de claro oscuros, de paradojas y son, en cierto modo, contradictorias. Por el contrario, reflejar en unas pocas líneas la semblanza de un científico se hace una labor ardua, si además esta personalidad coincide con una de las mujeres de mayor talento que dio el s. XX, el trabajo es ciertamente un reto. Existe el riesgo de glosar una vida excesivamente épica, adornada con un cierto romanticismo. Hay que comenzar diciendo que la vida de Marie Curie dista mucha de ser romántica o épica, sino que se ajusta a una trayectoria llena de dificultades, donde la naturaleza humana demuestra sus inmensas posibilidades de superación, inteligencia y entrega. Siempre, por una causa que puede parecer altruista como es la dedicación de una vida a la vía del conocimiento científico con sus contribuciones al crecimiento y expansión de la ciencia.

María Sklodowska nació en Varsovia el 7 de noviembre de 1867.

En aquella época Polonia vivía una historia trágica bajo el dominio del imperio zarista. La familia de María era de intelectuales imbuidos de un vivo espíritu nacionalista. Era la época en que en las escuelas era obligatorio el estudio del ruso, mientras que la literatura polaca y los grandes poetas polacos quedaban relegados a las sesiones literarias privadas o familiares. En este ambiente vivió su infancia junto con sus padres, enseñantes, y sus cuatro hermanos: Zosia, Helena, Josef y Bronia.

Una primera desgracia familiar le marca para siempre, la pérdida de su madre cuando sólo tenía nueve años. Su padre se desvive para suplir esta ausencia y empuja a sus hijos al estudio y la disciplina. María fue siempre una excelente estudiante, pero acabados sus estudios de bachillerato y maestría eran escasas o nulas sus posibilidades de encontrar en Polonia un trabajo estable y con un nivel adecuado. La familia vivía con grandes problemas económicos y así en 1892 María decide abandonar su país para buscar un mejor futuro en París.

El s. XIX está terminando y es un momento en el que la ciencia en Francia tiene sin duda un número importante de personalidades de renombre y autoridad: Troost, Gabriel Lippmann, descubridor de un método de fotografía en color basado en interferencias múltiples, el ya anciano Friedel, Henri Becquerel, descubridor de la radioactividad natural, entre otros. Este importante desarrollo no era parejo con la presencia de mujeres en las universidades. Cuando María Sklodowska se inscribe en los cursos de Física y Matemáticas de la Sorbona sólo son dos mujeres en las aulas. Su colega francesa no tarda en abandonar quedando María sola frente al resto de sus compañeros. El trabajo es duro y a veces lleno de dificultades añadidas por la obligación de estudiar en un idioma que no domina. Pero sus esfuerzos le valen el poder entrar a trabajar en el laboratorio del Prof. Lippmann en 1894. Vive muy pobremente en una

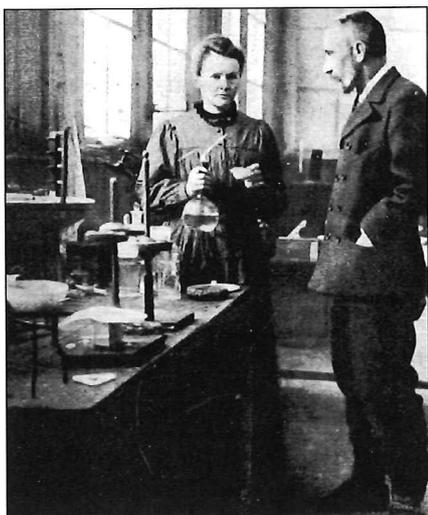
pequeña "*chambre de bonne*"<sup>2</sup> pero disfruta enormemente de sus actividades en el laboratorio. Paralelamente, participa en las veladas organizadas por científicos y artistas polacos, forzosamente "exilados" en París. En una de esas veladas María conoce al que sería su marido y excepcional colaborador: Pierre Curie. Comienza una etapa intensa y fructífera que daría a su vida un doble contenido en su aspecto profesional y en otro mucho más personal, una doble vertiente vital pero sin disrupción.

Pierre Curie era en la época y a pesar de su juventud, un físico notorio conocido por sus trabajos sobre la pizelectricidad y sus teorías sobre el magnetismo de la materia. Su encuentro con María no fue solo casual sino impactante. En su diario se pudo leer, una vez publicado después de su muerte, comentarios como: *...la mujer, mucho más que nosotros, ama la vida solo por vivirla; las mujeres de genio son raras...* Pierre Curie participaba activamente en varias sociedades científicas, entre ellas la Sociedad Francesa de Física, donde presenta sus comunicaciones y donde María acude también a escucharle. Al regreso de sus vacaciones en Polonia en el verano de 1894 Pierre y María deciden formalizar sus relaciones, como corresponde a las costumbres de la época donde la mujer requería del permiso paterno para contraer matrimonio. La boda se celebra el 25 de julio de 1895. María Sklodowska es desde ese momento Marie Curie o Madame Curie. Comienzan una vida en común no exenta de penalidades. Pierre tiene un exiguo sueldo de profesor ayudante y está preparando oposiciones a l'École de Physique. Ella le acompaña diariamente al laboratorio donde trabajan horas y horas, aunque Marie solo tiene autorización pero no percibe ningún salario. Son años de gran actividad y creatividad. En torno a ellos se forma un círculo de amigos como

<sup>1</sup> Los lectores interesados en conocer la relación de físicos galardonados con este Premio a lo largo de estos cien años pueden visitar el Archivo de Internet de los Premios Nobel en la siguiente dirección: <http://almaz.com/nobel/physics/physics.html>

<sup>2</sup> Habitación abuardillada y de pequeñas dimensiones que se encuentra en los áticos de los edificios de época en París y que utilizaba el servicio doméstico.

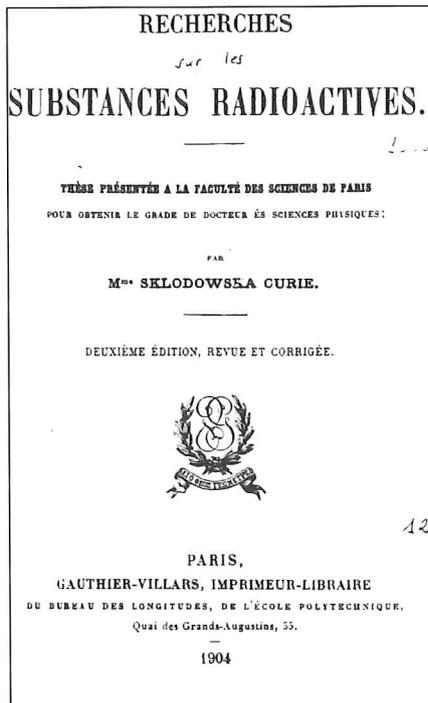
Charles Edouard Guillaume, que posteriormente recibiría el Premio Nobel en 1920 por sus descubrimientos sobre las propiedades de las aleaciones del níquel y el acero. George Sagnac, Paul Langevin, Jean Perrin y otros muchos que configuran las importantes contribuciones de la ciencia en Francia en la primera mitad del s. XX, se cuentan entre el grupo de eminentes investigadores.



Pierre y Marie Curie en su laboratorio.

En 1897 nace la primera hija del matrimonio, Irene, que también sería autora de relevantes descubrimientos sobre la radioactividad artificial y llevaría un tercer Premio Nobel a la familia. La jornada de trabajo de Marie Curie se hace interminable. A sus largas sesiones de trabajo en el laboratorio se suman sus obligaciones como madre y la atención añadida que debe prestar al padre de Pierre, que ha quedado viudo y vive con ellos.

En 1903 Mme. Curie presenta en la Facultad de Ciencias de París su trabajo de tesis doctoral: "*Recherches sur les Substances Radioactives*". Han sido seis años de intenso trabajo investigando sobre las propiedades de las sustancias radioactivas basadas en los primeros descubrimientos de Henri Becquerel sobre la radiación del uranio. Sus trabajos, en cierto modo, son también continuación de las contribuciones de Lord Kelvin. Intenta descubrir si las radiaciones emitidas



por el uranio pueden electrificar el aire, es decir, busca el fenómeno de la ionización. Con este trabajo de tesis doctoral Marie Curie se convierte en la primera mujer en Francia que obtiene el título de Doctor en Ciencias Físicas. El resultado original más relevante radica en el descubrimiento de un nuevo elemento radioactivo: el *radio*. Para ello ha tenido que realizar un penoso trabajo de laboratorio, fundiendo grandes cantidades de pechblenda en un crisol, hasta conseguir una nueva sal: el *cloruro de radio*. Ello le permite determinar el peso atómico del radio. En uno de los capítulos de su tesis se puede leer el siguiente comentario: "...es evidente que el conjunto de este trabajo es largo, penoso y muy caro".

En su trabajo experimental hay una búsqueda de nuevas propiedades atómicas de la materia. Examina en un dispositivo experimental original un total de veinticuatro minerales de los que estudia su actividad natural y mide las intensidades de corriente eléctrica asociadas a la radiación. Observa que todos los minerales que se comportan como radioactivos contienen uranio o torio, y en algunos de ellos la intensidad del fenómeno es asombrosamente alta. Encuentra así que la pechblenda es cuatro veces más

activa que el uranio metálico. Estos resultados revisan otros anteriores en los que las medidas experimentales no se realizan con un procedimiento tan riguroso y exhaustivo. Asimismo, estudia también la acción radiográfica de las sustancias radioactivas. El polonio (descubierto por ella y Pierre Curie en 1898) sólo actúa a distancias pequeñas y su acción se debilita frente al apantallamiento, mientras que el radio actúa a gran distancia (del orden de 2 m) y penetra a través de pantallas sólidas. Sus trabajos tienen una gran repercusión a nivel mundial y comienza entonces a hablarse del matrimonio Curie con gran interés y expectación.

En 1901 y, consecutivamente, en 1902, Pierre y Marie Curie son propuestos al Premio Nobel, conjuntamente con Henri Becquerel, por el fisiólogo Charles Bouchard. Pero en 1901 el Nobel le fue concedido a Wilhelm Conrad Röntgen en reconocimiento por su descubrimiento de una radiación única que lleva su nombre y posteriormente se llamó rayos X. En 1902 el Nobel se concede a Hendrik Antoon Lorentz y a Peter Zeeman por sus descubrimientos sobre el magnetismo de la materia. Una breve reflexión sobre los acontecimientos científicos de la época nos puede situar en su contexto histórico. La mecánica cuántica no ha hecho aún su aparición en el mundo de la física. Son años de intensos estudios sobre las propiedades de la materia ligadas a la electricidad y el magnetismo. Búsqueda de efectos que pongan de manifiesto los mecanismos de la transformación de la materia: generación de campos eléctricos, emisión de partículas  $\alpha$  y  $\beta$ , producción de helio en las emanaciones del radio. Con contribuciones fundamentales como las de Ernest Rutherford, Lord Rayleigh, Philipp Eduard Anton von Lenard, y, por supuesto, el matrimonio Curie. Pero la controversia aparece y en 1903 la Academia de Ciencias de Francia envía una carta (muy controvertida) a la Academia sueca proponiendo para el Nobel a Pierre Curie y a Henri Becquerel, sin hacer mención de la contribu-

ción de Marie Curie como codescubridora del radio y del polonio. Fue el matemático sueco Mittag-Leffler quien llamó la atención al Comité Nobel para proponer también a Mme. Curie. Así, reciben los tres en 1903 el Premio Nobel de Física. En el texto del Comité Nobel se lee. "En reconocimiento por sus extraordinarios servicios proporcionados por su investigación conjunta en el fenómeno de la radiación descubierta por Henri Becquerel". Sin embargo, por motivos económicos y de salud el matrimonio Curie no viajó a Estocolmo en 1904 a recoger el premio, haciéndolo Henri Becquerel en nombre de los tres.

Comienza para los Curie una época de gran plenitud, tanto en el terreno profesional como personal. La prensa recoge sus actividades y se interesa por sus personas. Pero Marie Curie es una mujer discreta que rehuye las grandes manifestaciones públicas. En una ocasión un periodista va a su casa a realizar una entrevista y se encuentra a una mujer pálida y menuda, modestamente vestida, sentada en las escaleras del jardín. Le pregunta por Marie Curie a lo cual responde: "...soy yo la persona a la que Vd. quiere entrevistar...", causando en el periodista una gran impresión la visión de un personaje tan austero, con las manos quemadas por los efectos de la radioactividad. Era sin embargo paradójica la precaria situación laboral en que vivían. Por fin, al comienzo del curso académico 1904/05 Pierre Curie es nombrado profesor titular en la Facultad de Ciencias de París y Marie jefa del laboratorio adjunto. Sus actividades no quedan relegadas al ámbito académico. Pertenecen a una asociación de profesores donde luchan por las mejoras en sus condiciones de trabajo y remuneración salarial. Se preocupan de la redacción de una nueva legislación en materia de accidentes laborales. Todo ello les lleva a una vida sacrificada pero también llena de momentos agradables y de salidas al campo en búsqueda del contacto con la naturaleza. Además, a finales de 1904 nace su segunda hija, Eva.

Pero la vida iba a proporcionar a Marie Curie un duro golpe. En 1906, Pierre Curie sufre un accidente mortal en las calles de París al ser atropellado por un carruaje cuando volvía de una reunión de la asociación de profesores. La tragedia se instala en su vida. Tiene treinta y nueve años y ha quedado viuda. En su diario personal se pueden leer párrafos conmovedores: "...trabajo en el laboratorio todos los días, es todo lo que puedo hacer, allí me encuentro mejor que en cualquier lugar [...]. En este laboratorio tengo la ilusión de conservar una parte de tu vida y las marcas de tus pasos...". Las fotos de esa época muestran una mujer apesadumbrada, al cargo de sus dos hijas y de su suegro, a los que dedica una gran atención.



Marie Curie hacia la mitad de su vida.

Sin embargo, su tesón hace que continúe sola la obra comenzada conjuntamente con su marido. Escribe y recopila las obras completas de Pierre Curie sobre la radioactividad. Pero aún le esperan tiempos de mayores dificultades. En 1910 su vida y actividad científica se ven ensombrecidas por un escándalo que le desborda. Su amistad y trabajo científico con uno de los más estrechos colaboradores de su marido y eminente físico, Paul Langevin, le causa graves problemas y un movimiento contra su persona, no

exento de una cierta xenofobia, que le obliga a marcharse a Inglaterra por un tiempo. La elegante sociedad parisina no le perdona su independencia. Ello repercute también en su posible elección para la Academia de Ciencias de Francia. Siendo propuesta en 1911 (desde su creación en 1695 no había ninguna mujer académica), se levantan polémicas, protestas de ciertos sectores y ataques personales. El día de la votación se prohíbe la presencia femenina en el interior del recinto de la Academia, y su elección es rechazada. Desde esa fecha nunca más vuelve a publicar sus trabajos científicos en los *Compte Rendus* de la Academia. Pero ese mismo año Marie Curie ve culminados sus trabajos sobre la radioactividad natural con la concesión de un segundo Premio Nobel, esta vez de Química. Siendo hasta la fecha la única persona en la historia de la Ciencia que ha obtenido dos veces este Premio.

Los años siguen y su actividad no decrece. Trabaja con sus "coches radiológicos" en los frentes de guerra, durante la primera guerra mundial, en compañía de su hija Irene. Viaja a Estados Unidos y ve terminada la obra del Instituto del Radio en París, precursor de lo que luego sería el embrión del Comisariado de la Energía Atómica en Francia. Pero su salud está cada vez más deteriorada. Han sido años y años de exposición a las radiaciones, que aún no le impide publicar varios libros sobre *Tratado de Radioactividad* y sobre *Los Isótopos*. Marie Curie tuvo contactos a lo largo de su vida con la ciencia española. En 1928 tanto ella como Albert Einstein propusieron al Prof. Blas Cabrera, que era catedrático de Física en la Universidad de Madrid, como vocal del comité de la Conferencia Solvay, una institución que reunía a los más prestigiosos científicos de la época. Posteriormente visitó España en dos ocasiones. La primera en 1931, la segunda en 1933 con motivo de la reunión organizada en Madrid por el Instituto Internacional de Cooperación Intelectual, de la Sociedad de Naciones, a ésta entre otros acudió también Miguel de Unamuno. De

sus intervenciones se destacan algunos párrafos que pueden resumir, si esto es posible, las ideas y la filosofía de vida de esta mujer excepcional:

*...Yo no soy pesimista. Soy de los que creen que la Ciencia posee una gran belleza. [...] Nuestra misión es hallar el medio de exteriorizar este sentimiento; no debemos dejar que se crea que todo progreso científico se reduce a maquinismos, máquinas, engranajes...[...]. Podemos también reconocer que el sueño del porvenir exige la síntesis de las culturas nacionales y la subordinación de las divergencias, que son principalmente de naturaleza política, a un objeto y fin universal, como es el de la cultura y la civilización.*

Marie Curie falleció el 7 de julio de 1934 después de una larga enfermedad debida a una leucemia. Pierre y Marie Curie estuvieron enterrados en el cementerio de Sceaux (París) hasta el 20 de abril de 1955, fecha en que sus cenizas fueron depositadas en el Panteón de hombres ilustres de París. Han pasado cien años de sus descubrimientos y hoy parece que su figura se agiganta, que debería ejercer una influencia benéfica en el desarrollo del pensamiento científico de las nuevas generaciones. Éstas, vivirán sin duda en muy distintas circunstancias, pero es de esperar que no sea con un espíritu diferente.

### **UNA SEGUNDA MUJER PARA EL NOBEL DE FÍSICA: LAS CONTRIBUCIONES DE MARÍA GÖPPERT-MAYER A LA TEORÍA ATÓMICA**

La incursión en la vida de Mme. Curie nos ha dejado sin duda una percepción del idealismo y de la abnegación con los que una mujer puede afrontar una vida dedicada a la ciencia y a la investigación científica. Este segundo caso, si bien vivido sesenta años después, en la sociedad posterior a la segunda guerra mundial, y en un mundo en pleno desarrollo tecnológico, no empaña, sin embargo, la importancia del personaje. Tanto más, cuanto

que se da la circunstancia de que es una historia muy poco conocida y con escasas contribuciones en la literatura sobre la historia contemporánea de la ciencia. El contexto de la vida de María Göppert-Mayer se inscribe en un marco de sociedad desarrollada, con posibilidades económicas, de una ciencia interesada en grandes logros técnicos, en diseños de experimentos que retan las posibilidades de actuación en un laboratorio convencional. Pero, veremos enseguida, que hay también un paralelismo, una constante que permanece. La constante de las dificultades, de la búsqueda del conocimiento y de un gran espíritu de superación personal.

María Göppert nació el 28 de junio de 1906 en Kattowitz (Alta Silesia), entonces perteneciente a Alemania y hoy en día a Polonia. Fue la única hija de Friedrich y María Göppert. Su padre era profesor de Pediatría y así, desde su infancia, María vivió inmersa en el ambiente universitario. No cabe duda de que su padre ejerció sobre ella una gran influencia y sus intereses, ya desde muy joven, estuvieron centrados en el deseo de aprender, en su afición temprana por las matemáticas y en el estudio de las ciencias.

En 1910, y debido a un nuevo puesto académico del padre, la familia se traslada a Göttingen donde ella vivió hasta 1930. La vida en Göttingen estaba centrada alrededor de su prestigiosa universidad, particularmente reconocida en el campo de las matemáticas y la física. La familia tenía, por ejemplo, como vecino al matemático David Hilbert. Igualmente, Max Born se incorporó en 1921 a esta universidad y pronto también le siguió James Frank. Ambos fueron siempre buenos amigos de la familia, en cuyo entorno también estuvieron vinculados Herman Weyl y Edmund Landau, entre otros.

Cuando terminó sus estudios de secundaria decidió prepararse para el ingreso en la Facultad de Matemáticas, pero en aquella época no existía en Alemania ninguna institución universitaria que preparase mujeres para el ingreso en la univer-

sidad. Así, tuvo que matricularse en una pequeña escuela privada, la "Frauenstudium"<sup>3</sup>. En 1924 fue admitida como estudiante de matemáticas. Con la excepción de un año que pasó en Cambridge, el resto de su carrera universitaria fue seguida en Göttingen. Ese mismo año Born la aceptó como alumna en su seminario de física. Era un momento que coincidía con la gran expansión de la mecánica cuántica. Recordemos aquí que en 1918 Max Planck había recibido el Premio Nobel por el descubrimiento de los cuantos de energía, posteriormente denominados fotones. María presentó su tesis doctoral en 1930, era un trabajo teórico en el que formulaba los fundamentos de los procesos cuánticos



*María Göppert-Mayer.*

con dos fotones. Como comentó más tarde Wigner: "...era una obra maestra de concreción y claridad...". En aquella época su trabajo podía considerarse eminentemente académico. No podía pensarse en el diseño de ningún experimento que reprodujese los procesos descritos. Sin embargo, este trabajo cobra vigencia hoy en día, con el espectacular desarrollo de la experimentación en óptica cuántica. En 1974 fue obtenido experimentalmente un proceso de absorción de dos fotones en microestructuras policristalinas de ZnSe. Impulsándose la investiga-

<sup>3</sup> Liceo de mujeres.

ción en uno de los campos más activos actualmente en óptica, la óptica no lineal. En ese mismo año de 1930, contrae matrimonio con Joseph Mayer, un químico americano que había realizado su tesis doctoral en Göttingen, y dejan Alemania para trasladarse a Baltimore, Maryland. Eran los tiempos de la depresión y no sin ciertas dificultades su marido consiguió un puesto en la Universidad John Hopkins. En las universidades americanas se aplica una regla muy estricta contra el nepotismo, y así María Göppert no pudo entrar a trabajar en esta universidad, ni posteriormente en ninguna otra en la que trabajase su marido como profesor. Se tuvo que limitar hasta los 53 años a trabajar como colaboradora, a veces honorífica y sin sueldo, en un elevado número de centros hasta que le concedieron una plaza de profesor en 1960 en la universidad de California en San Diego. Para entonces su salud empezaba ya a quebrarse. Pero ello no la impidió participar activamente en seminarios, cursos, y en promocionar el estudio de las ciencias entre jóvenes mujeres estudiantes.

Fue en 1946, al ser su marido contratado por la universidad de Chicago, cuando María entró en contacto con una institución que marcaría su trayectoria y logros profesionales. Se le ofreció un contrato en el departamento de física en el Instituto de Estudios Nucleares del prestigioso Argonne National Laboratory. Fue un proceso importante de reciclaje hacia la física nuclear que le permitió además colaborar con Enrico Fermi y Eduard Teller, entre otros. Su interés inicial fue la obtención de un modelo cosmológico que explicase el origen y clasificación de los elementos. Ya en 1920 y 1930 se había observado que los protones y los neutrones forman sistemas estables, particularmente en núcleos atómicos para los cuales el número de nucleones (protones:  $z$ , neutrones:  $N$ ) corresponde a una serie de números, que se denominó "números mágicos": 2, 8, 20, 50, 82 y 126. Por ejemplo, el plomo, con  $z = 82$ ,

## STATISTICAL MECHANICS

Second Edition

JOSEPH EDWARD MAYER  
Department of Chemistry  
University of California, San Diego  
La Jolla, California  
and  
the late MARIA GOEPPERT MAYER

A WILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION

JOHN WILEY & SONS, New York • London • Sydney • Toronto

$N = 126$  es un elemento altamente estable. La interpretación que se había dado hasta el momento estaba en consonancia con el modelo de Bohr, pero sólo era posible explicar la configuración correspondiente a los tres primeros números. María Göppert-Mayer, con su nuevo modelo, denominado "modelo de capas" explicó también la configuración para números superiores. En 1948, María, independientemente de otros (Haxel, Suess, Jensen), propuso una segunda hipótesis que llevó a la predicción cuantitativa correcta para los números mágicos<sup>4</sup>. En su teoría establecía que cada protón y neutrón se mueve en un potencial en el que hay que incluir la contribución de su momento angular orbital así como del spin, haciendo intervenir la interacción spin-órbita. De esta forma se demuestra que cada nucleón tiene unos niveles de energía (calculados mediante la ecuación de Schrödinger), para los que, en el caso de núcleos altamente estables, los valores de  $z$  y  $N$  se ajustan a los números mágicos. El hecho de que Haxel, Jensen y Swess coincidiesen en sus interpretaciones la convenció de que su modelo era correcto. En 1950 comenzó a colaborar con Jensen, publicando después en 1955 un libro conjunto: *Elementary*

<sup>4</sup> M. G. Mayer, Phys. Rev., Vol. 74, 235(1948), ibid, Vol. 75, 1969 (1949), ibid Vol. 78, 22 (1950).

*Theory of Nuclear Shell Structures*. También María escribió con su marido Joseph un excelente tratado de Mecánica Estadística, cuya primera edición fue publicada en 1940, y que es un texto clásico. En 1963, tanto ella como Hans Daniel Jensen compartieron con Wigner el Premio Nobel de Física. Siendo la segunda mujer en la historia que lo conseguía.

Falleció después de una larga enfermedad el 21 de febrero de 1977 en La Jolla, California. La sobrevivieron su marido Joseph y sus dos hijos. En el prefacio de la segunda edición de Mecánica Estadística editado en 1977 su marido escribe:

*...esta segunda edición se planeó algunos años antes del fallecimiento de mi mujer, María Göppert-Mayer. Habíamos discutido acerca del contenido y estábamos de acuerdo con él. Quedó altamente impresionada en Chicago por el uso que Enrico Fermi hacía de los conceptos de mecánica estadística en física de altas energías y, probablemente, le hubiera gustado incluir un breve capítulo sobre este tema; me siento incompetente para hacerlo yo solo...*

Las vidas de estas mujeres excepcionales no son únicas por haber dejado una importante huella en la ciencia universal. Muchas otras lo hicieron pero simplemente, nunca se les reconoció sus méritos o no fue su tiempo suficientemente sensible para comprender y aquilatar la magnitud de sus contribuciones. Solo pretendemos, con este pequeño homenaje, que sus vidas no queden olvidadas y sean un ejemplo para las generaciones venideras.

## BIBLIOGRAFÍA

- M. L. Morales, *Vidas de mujeres ilustres. Madame Curie*. Seix Barral, Barcelona, 1948.
- B. R. Masters, "The scientific life of María Göppert-Mayer", *Optics and Photonics News*, 38 (2000).

M<sup>a</sup> Luisa Calvo Padilla

Dpto. de Óptica  
Facultad de Ciencias Físicas  
Universidad Complutense de Madrid