

# Dirección de Educación Secundaria



Argentina unida



# **PROBLEMÁTICAS EN TORNO A LA ENERGÍA NUCLEAR, CIENCIA Y GÉNERO**

---

## **MUJERES QUE REVOLUCIONARON LA CIENCIA**

Marie Skłodowska-Curie, Lise Meitner y Rosalind Franklin tienen algo en común, además de haber revolucionado la ciencia: han sido históricamente relegadas y sus hallazgos no fueron reconocidos en su tiempo como era debido. Estas biografías recuperan algunos de los aspectos más importantes de sus vidas y sus aportes fundamentales para el desarrollo científico, y repasan las desigualdades históricas entre los géneros dentro de la ciencia.



## Índice

Marie Skłodowska-Curie y el descubrimiento de la radiactividad	3
Bio 1: Marie Curie y el descubrimiento del radio	4
¿Qué es la radiactividad?	6
Bio 2: Marie Curie y el descubrimiento del radio	10
Lise Meitner y la fisión nuclear	14
Bio 1: Lise Meitner: de la persecución nazi a la fisión nuclear	15
Bio 2: Lise Meitner y sus descubrimientos	21
Rosalind Franklin y el descubrimiento del ADN	23
Bio 1: Rosalind Franklin y el ADN	23
Bio 2: Rosalind Franklin, la científica que impulsó el descubrimiento del ADN	25
Bio 3: Rosalind Franklin, una mujer obviada	26
Fuentes	29



No son tantos los descubrimientos que marcaron un antes y un después en la historia de la ciencia. Algunos de ellos, como el descubrimiento de la fisión nuclear, la radiactividad y la estructura tridimensional del ADN, fueron tan impresionantes que cambiaron para siempre el destino de la humanidad. Y aunque la historia no haya sido tan justa a la hora de recordar quién estuvo detrás de esos hallazgos, lo cierto es que también allí las mujeres fueron protagonistas. Es sobre ellas, sobre científicas como Marie Skłodowska-Curie, Lise Meitner y Rosalind Franklin, de lo que trata este texto. De sus vidas, sus aportes fundamentales para el desarrollo científico y las desigualdades históricas entre los géneros dentro de la ciencia.

## **Marie Skłodowska-Curie y el descubrimiento de la radiactividad**

Empecemos por la más conocida: Marie Skłodowska-Curie. La investigación revolucionaria de esta científica sentó las bases para nuestra comprensión de la física y la química, y nos abrió caminos en oncología, tecnología, medicina y física nuclear, entre otros. Pionera en el campo de la radiactividad, fue la primera persona en recibir dos Premios Nobel en distintas especialidades –Física (en 1903, compartido con Antoine Henri Becquerel y Pierre Curie) y Química (en 1911)– y la primera mujer en ser profesora en la Universidad de París.





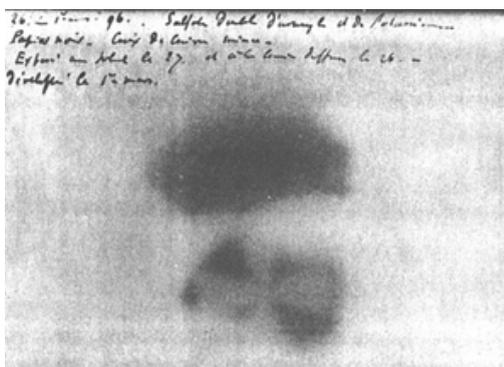
## Bio 1: Marie Curie y el descubrimiento del radio

Originaria de Varsovia, en la Polonia ocupada por Rusia, la joven Marie, cuyo nombre de soltera era Maria Sklodowska, fue una estudiante brillante, pero enfrentó barreras muy difíciles de superar.

Como mujer, se le prohibió seguir estudios superiores. Desafiando ese sistema excluyente, Marie se matriculó en la Floating University (o universidad flotante), que era una institución secreta que brindaba estudios clandestinos a la juventud polaca. Se llamaba así precisamente por no tener un lugar fijo: sus integrantes debían ir cambiando de espacios para evadir la persecución.

Ahorrando dinero y trabajando como institutriz y tutora, finalmente pudo mudarse a París para estudiar en la reputada Sorbona. Allí, Marie obtuvo un título en Física y Matemáticas sobreviviendo principalmente con pan y té. En esta ciudad, Marie conoció al físico Pierre Curie, quien compartió su laboratorio y una vida en común con ella. Pero Marie anhelaba volver a Polonia. A su regreso a Varsovia, sin embargo, encontró que lograr una posición académica como mujer seguía siendo un desafío. No estaba todo perdido: de vuelta en París, el enamorado Pierre la estaba esperando, y se casaron rápido, convirtiéndose en un formidable equipo científico.

¿Qué descubrió Marie Sklodowska Curie?



*Placa fotográfica*



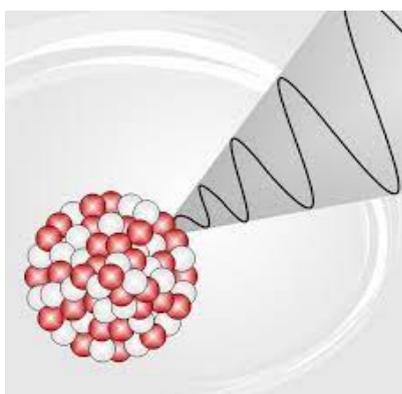
En 1896. Henri Becquerel, un físico francés, descubrió que el uranio emitía espontáneamente una misteriosa radiación similar a rayos X que podría interactuar con una placa fotográfica.

Marie Curie pronto descubrió que el elemento torio emitía una radiación similar a la del Uranio.

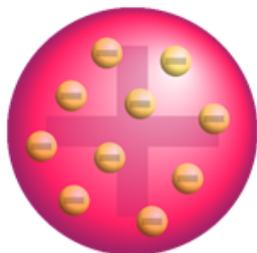


*Torio*

Lo más importante: la fuerza de la radiación dependía únicamente de la cantidad del elemento, y no era afectado por cambios físicos o químicos. Esto la llevó a concluir que la radiación provenía de algo fundamental dentro de los átomos de cada elemento.

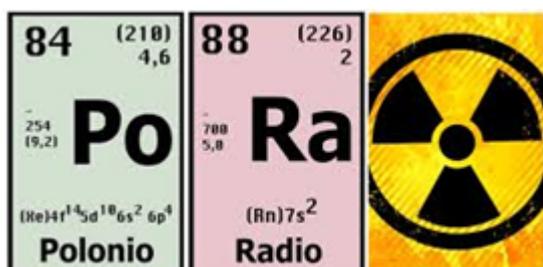


La idea era radical y ayudó a refutar el antiguo modelo de átomos como partículas indivisibles vigente en la época.



Luego, al enfocarse en un mineral muy radiactivo llamado pechblenda, los Curie vieron que el uranio solo no podía crear toda la radiación.

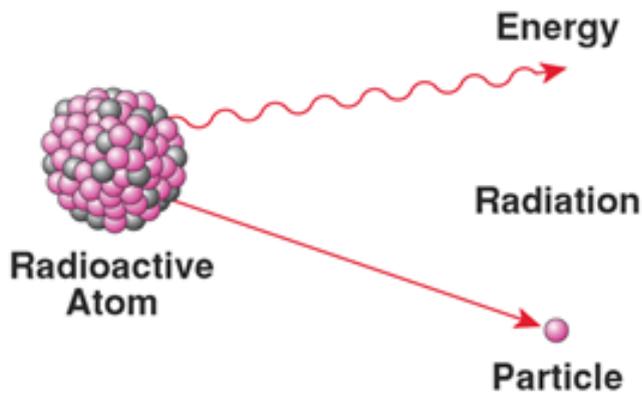
¿Había otros elementos radiactivos? En 1898 informaron de dos nuevos elementos, el polonio y el radio. También, de paso, acuñaron el término radiactividad.



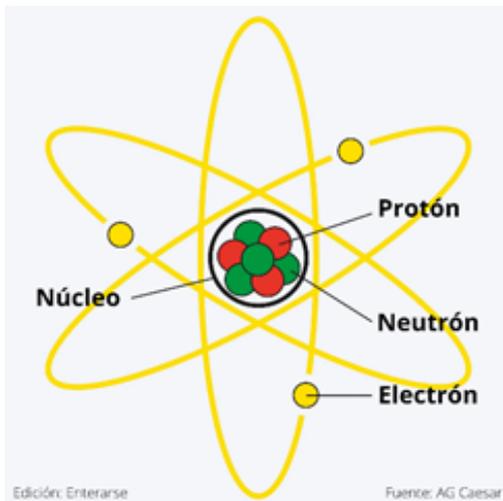
¿Qué es la radiactividad?



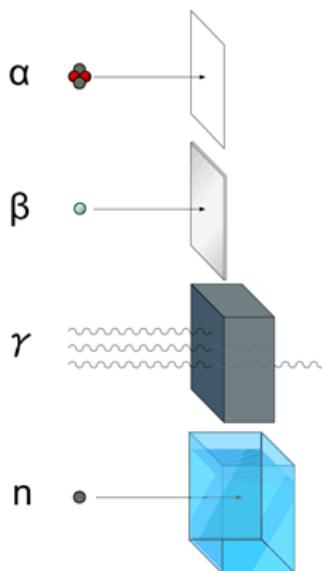
La radiactividad es un proceso en el que se libera energía. Un tipo de energía que emiten los átomos, ya sea espontáneamente (la radiactividad natural) o provocada por una intervención externa (la radiactividad artificial).



Esto es así: el núcleo de los átomos está formado por protones y neutrones.

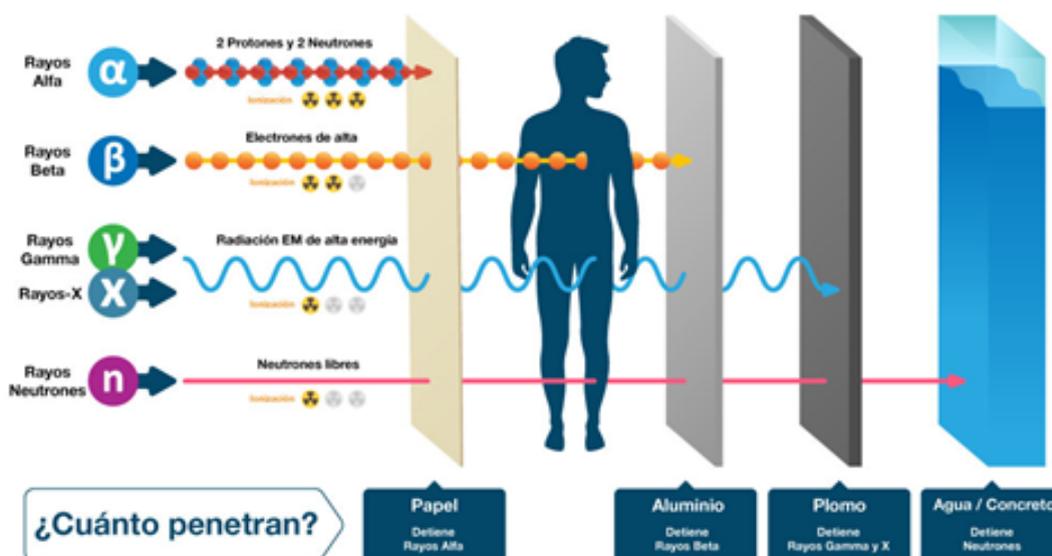


Algunos núcleos tienen demasiada energía y no son estables. Para estabilizarse pierden energía **emitiendo radiación**. Hay diferentes tipos de radiación con propiedades y efectos distintos. Por ejemplo, las partículas Alfa y Beta, los rayos X, los rayos Gamma y los neutrones.



**Cada tipo de emisión radiactiva tiene distinto poder de penetración en la materia y distinto poder de ionización, es decir, diferente capacidad de arrancar electrones de los átomos o moléculas con las que colisiona.**

## TIPOS DE RADIACIÓN





Estas emisiones pueden causar graves daños en los seres vivos, por lo cual, al utilizar sustancias radiactivas, hay que tomar un gran número de precauciones.

Esta radiactividad tiene numerosas aplicaciones en la actualidad, tales como determinar la edad de los fósiles, investigación biológica, tratamiento de enfermedades y técnicas de microanálisis.

Finalmente, en 1902 los Curie extrajeron una décima parte de gramo de sal de cloruro de radio puro de varias toneladas de pechblenda. Una hazaña increíble en ese momento.

Más tarde ese mismo año, Pierre Curie y Henri Becquerel fueron nominados para el Premio Nobel de Física, pero Marie fue ignorada. Pierre se mantuvo firme en apoyo del reconocimiento bien merecido de su esposa. Y así, tanto los Curie como Becquerel compartieron el Premio Nobel de 1903, convirtiendo a Marie Curie en la primera mujer ganadora del Premio Nobel.

Bien financiados y respetados, los Curie estaban en una buena racha. Pero la tragedia llegó en 1906, cuando Pierre fue atropellado por un carro tirado por caballos mientras atravesaba un cruce congestionado. Marie, devastada, se sumergió en su investigación y asumió el puesto docente de Pierre en la Sorbona, convirtiéndose en la primera profesora de la Universidad. Su trabajo en solitario fue fructífero. En 1911 ganó otro Nobel, esta vez en Química por su descubrimiento anterior de radio y polonio, y por su extracción y análisis del radio puro y sus compuestos. Esto la convirtió en la primera, y hasta la fecha, única persona en ganar premios Nobel en dos disciplinas científicas diferentes.

La profesora Curie puso sus descubrimientos a trabajar, cambiando el panorama de la investigación médica y sus tratamientos. Abrió unidades móviles de radiología durante la Primera Guerra Mundial, e investigó los efectos de la radiación en los tumores. Pero estos beneficios para la humanidad pueden haber tenido un alto costo personal. Curie murió en 1934 de una enfermedad de la médula ósea, que muchos creen que fue causada por su exposición a la radiación.



Sus descubrimientos en la radiación lanzaron una nueva era, desenterrando algunos de los mayores secretos de la ciencia.

## Bio 2: Marie Curie y el descubrimiento del radio

El 7 de noviembre de 1867 nació Marie Skłodowska-Curie, en la ciudad polaca de Varsovia. Ganadora de dos Premios Nobel, investigó la radiactividad del uranio y descubrió dos nuevos elementos, el polonio y el radio. Este artículo recorre brevemente sus investigaciones y descubrimientos.

Alguna vez dijo su hija Eve: «Hay en la vida de María Curie tantos rasgos inverosímiles que quisiera relatar su vida como se cuenta una leyenda». Pero tantos eventos extraordinarios no logran siquiera equipararse con sus logros. El enorme impacto de sus investigaciones científicas le valió dos premios Nobel, un mérito excepcional sólo compartido con otros tres galardonados.



Pero retrocedamos a 1897. Situación: Marie y Pierre Curie –profesor de Física en la Escuela Industrial de Química y Física de París, y marido de Marie desde el año anterior– discuten el tema que abordaría Marie para su doctorado. Dos años antes, el físico alemán Wilhelm Roentgen informó sobre la existencia de una radiación desconocida hasta entonces: la llamó rayos X, y era capaz de atravesar algunos elementos sólidos y producir fotografías de huesos. Pocos meses después, el físico francés Henri Becquerel observó que una muestra de un mineral de uranio producía rayos que eran capaces de revelar una placa fotográfica. Sin embargo, este resultado no atrajo gran atención. Estos rayos no eran tan intensos como los



rayos X, y solo estaban asociados a los minerales de uranio, mientras que los rayos X se podían producir fácilmente en cualquier laboratorio.

Con la comunidad científica enfocada en la novedad de los rayos X, Pierre y Marie decidieron enfocar el doctorado de Marie en los rayos producidos por el uranio. Un tema con menos competencia e inexplorado parecía más adecuado para los modestos recursos que tenían. En cambio, contaban con un poderoso instrumento: un electroscoPIO equipado con un piezoeléctrico. ¿Qué es esto? Desarrollado por Pierre Curie y su hermano Jacques, permitía medir las débiles corrientes eléctricas que generaba la ionización del aire producida por los rayos del uranio, a los que Marie bautizó como radiactividad. Becquerel ya lo había utilizado, pero Marie alcanzó una gran destreza en su manipulación, lo que le permitió medir la cantidad de radiactividad asociada con cada muestra.

Marie comenzó a medir la radiactividad de todos los minerales a los que tuvo acceso. Todos los compuestos de uranio presentaban radiactividad, y esta no dependía de la naturaleza del compuesto, de su temperatura, o de si era una pieza sólida o un polvo: solo importaba la cantidad de uranio presente en la muestra. A esta observación pronto se agregó otra: la presencia de otro elemento, el torio, que también estaba asociado a la radiactividad, aunque su potencia solo dependía de la cantidad de torio en la muestra.



Así fue cobrando fuerza una idea sorprendente. En sus propias palabras: «llegué a la convicción de que la emisión de rayos por los compuestos de uranio es una propiedad del metal mismo, es decir, una propiedad atómica del elemento uranio». La radiactividad no dependía de las propiedades físicas o químicas de los compuestos, sino que la sola presencia de los átomos era suficiente para generarla. Esta idea fue comunicada en 1898, y tuvo un impacto enorme. Recordemos que en ese entonces apenas se reconocía la existencia de los átomos, por lo que atribuirle una propiedad era novedoso y a la vez problemático, porque abría la cuestión acerca de cuál era el mecanismo por el que los átomos producían radiactividad.

La exploración de muestras de minerales trajo otros resultados inesperados. El uranio se explotaba comercialmente para la fabricación de cerámicas, y se lo extraía de un mineral llamado pechblenda. Como era de esperar, la pechblenda presentaba radiactividad –ya que contenía uranio–, pero lo sorprendente es que este mineral era cuatro veces más activo que los compuestos de uranio purificados que mostraban mayor actividad. Este resultado parecía inexplicable. Marie había examinado todos los elementos conocidos, y sólo el uranio y el torio habían demostrado ser



radiactivos, pero en menor medida que la muestras de pechblenda. ¿Sería posible que la pechblenda contuviera un nuevo elemento y que este nuevo elemento fuera mucho más radiactivo que el uranio?

Con la ayuda de Pierre, Marie se embarcó en la tarea de aislar este nuevo elemento. Dado que la composición de la pechblenda era bien conocida, el nuevo elemento debía estar en una proporción muy baja para que no hubiera sido observado previamente. Los Curie sabían que sería trabajoso separarlo de los otros 30 elementos presentes en el mineral, pero no anticiparon lo difícil que resultaría la tarea. En julio de 1898 identificaron e informaron la presencia de un nuevo elemento al que llamaron polonio –en honor a la Polonia natal de Marie–, y en diciembre otro nuevo elemento, el radio.



Fueron necesarios cuatro años más de trabajo, y 10 toneladas de pechblenda para aislar tres décimas de gramo de cloruro de radio, que permitieron determinar su masa atómica. En 1911, Marie Curie fue la solitaria ganadora del premio Nobel de Química por el descubrimiento del polonio y el radio. Su marido Pierre había muerto en 1906, en un accidente de tránsito.



El descubrimiento tuvo una repercusión pública inmediata. Investigaciones anteriores habían demostrado que la radiación podía usarse para tratar el cáncer. Esta observación trajo la errónea percepción de que el radio era la cura para todo, y se comenzó a incorporarlo en toda clase de productos de uso cotidiano, a pesar de las claras señales de que su utilización podía traer riesgos para la salud. El descubrimiento del radio también tuvo un enorme impacto en el desarrollo posterior de la ciencia.

El radio produce un millón de veces más radiactividad que el uranio, por lo que se constituyó en una fuente invaluable para el estudio de la radiactividad, y atrajo el interés de científicos de todo el mundo. Por ejemplo, Ernest Rutherford utilizó una muestra de radio cedida por Marie Curie para bombardear una lámina de oro en un experimento en el cual, por primera vez, se propuso la existencia de un núcleo en el átomo.

Actualmente, la unidad de medida de la radiactividad lleva su nombre, así como numerosos institutos de investigación, becas y premios en todo el mundo. De hecho, el actual Instituto Curie de París fue creado en 1909 con el nombre de Instituto del Radio, y constituyó el centro de su actividad científica hasta su muerte, en 1934.

## **Lise Meitner y la fisión nuclear**

La mujer que consiguió escapar de los nazis. La física responsable de la fisión nuclear. Y, al mismo tiempo, la única científica que no quiso



colaborar en el [proyecto Manhattan](#). Lise Meitner fue toda una celebridad después de la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, poco se conoce de ella. En la literatura general su trabajo pionero en la fisión nuclear es escasamente mencionado y, cuando su nombre aparece, únicamente se habla de su contribución a la física nuclear y de manera marginal. Al igual que otras mujeres en ciencia, pareciera que su nombre fuera a desvanecerse. Esta es la historia de una mujer extraordinaria.

## Bio 1: Lise Meitner: de la persecución nazi a la fisión nuclear

Lise Meitner nació en Viena en 1878 en el seno de una amplia familia judía. A principios del siglo XX, el apoyo familiar resultaba fundamental para que una mujer diera sus primeros pasos en su desarrollo intelectual. Por suerte para Lise, Philippe Meitner, su padre, incentivó a todos sus hijos a que estudiaran. Lise comenzó sus estudios universitarios en 1901. Las clases del físico Ludwig Boltzmann le iniciaron en un mundo que la fascinó. Al no discriminar a las mujeres y aceptar su integración en sus clases, Boltzmann forjó una comunidad científica a la que Lise se unió.

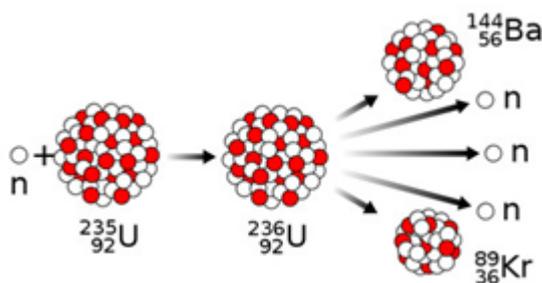
Muy pronto, sin embargo, Lise debería enfrentar una serie de obstáculos muy importantes: como mujer, tuvo que trabajar muchas veces en pésimas condiciones, sin cobrar o cobrando sueldos muy por debajo de los de sus compañeros, y sin que se le reconociera formalmente su trabajo como investigadora. Por ejemplo, cuando comenzó a trabajar en un laboratorio dirigido por Max Planck, como allí ya no se podían aceptar más mujeres, Lise tuvo que trabajar en el sótano del antiguo carpintero y utilizar los servicios del restaurante que había enfrente del instituto. Fue en ese laboratorio donde conoció a Otto Hahn, con quien colaboró durante 30 años.

Ya en los años 30, con el nazismo al poder comenzó la persecución del pueblo judío. A pesar de ello, Lise pudo continuar su trabajo en el laboratorio, pero se le privó del título de profesora. En 1938 la situación política se agravó y Lise perdió su nacionalidad austríaca. El

nuevo jefe del consejo de investigación, exigió a Hahn, entonces director del instituto, que expulsara a Lise de su trabajo, requerimiento que ejecutó el mismo día.

En 1939 salió clandestinamente en un tren hacia Holanda. Sola y sin dinero estuvo esperando meses a que alguna universidad le ofreciera trabajo. Finalmente, se trasladó a un instituto de Suecia. Pero allí, lejos de hallar hospitalidad, se encontró con un profesor que le puso todos los obstáculos posibles a su investigación. Tenía el sueldo más bajo del instituto, no se la permitía tener estudiantes (de hecho se sugería a los estudiantes no hablar con ella) y por supuesto le dieron muy pocos recursos para construir un nuevo laboratorio experimental. Pese a todo, como pudo, Lise reemprendió sus investigaciones.

En 1902 los químicos Otto Hahn y Fritz Strassmann realizaron un experimento que Lise interpretó como la separación del uranio en dos núcleos menos pesados.



Aunque desconocían las causas, publicaron los resultados sin ella. Otto lo justificó por razones de seguridad, ya que no podía publicar con una disidente judía. Lise y su sobrino, Otto Frisch, habían sido los primeros en articular y justificar **la primera fisión nuclear** con la ley del incremento de la masa de Einstein.



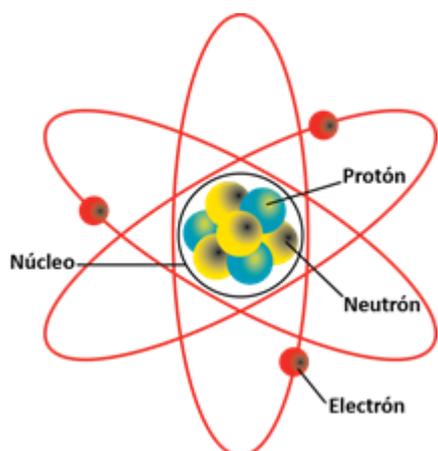
Para 1940, Alemania ya había ocupado Francia, Holanda, Dinamarca, Bélgica y Noruega.

Así fue que, en 1942, Lise Meitner recibió el ofrecimiento de participar en un grupo internacional de investigación para conseguir una **bomba atómica** y terminar con el régimen nazi.

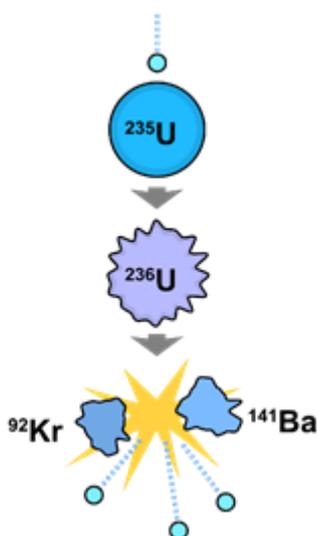


A pesar de que le hubiera supuesto una oportunidad para trasladarse desde Suecia a Estados Unidos, dejar ese laboratorio que no la quería y trabajar mano a mano con los grandes cerebros de la época, no aceptó. Dejó sus razones bien claras: no quiso tener nada que ver con una bomba. Ningún otro científico rehusó la oferta.

¿De qué se trató este importante descubrimiento? ¿Qué es la fisión nuclear? La fisión nuclear es una reacción que se da en el núcleo de un átomo.



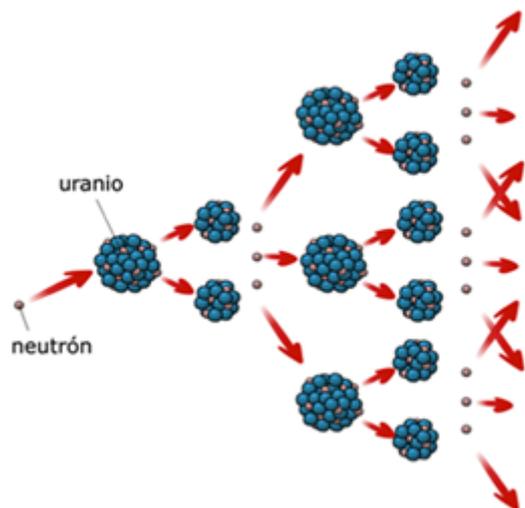
Ocurre cuando un núcleo pesado (es decir, de gran tamaño) se divide generalmente en dos o más núcleos de menor tamaño, además de algunos subproductos como neutrones libres, fotones (generalmente rayos gamma) y otros fragmentos del núcleo como partículas alfa (núcleos de helio) y beta (electrones y positrones de alta energía).



La fisión nuclear inducida es una reacción en la cual un núcleo pesado de un átomo, al ser impactado con neutrones, se convierte en inestable y se descompone en dos núcleos, cuyos tamaños son del mismo orden de magnitud, con gran desprendimiento de energía y la emisión de dos o tres neutrones.



Estos neutrones, a su vez, pueden ocasionar más fisiones al interaccionar con nuevos núcleos pesados que emitirán nuevos neutrones y así sucesivamente. Este efecto multiplicador se conoce con el nombre de **“reacción en cadena”**.



Si se logra que solo uno de los neutrones liberados produzca una fisión posterior, el número de fisiones que tienen lugar por segundo es constante, y la reacción está controlada. Este es el principio de funcionamiento sobre el que se basan los reactores de investigación y las centrales nucleares, que son fuentes controlables de energía nuclear de fisión.

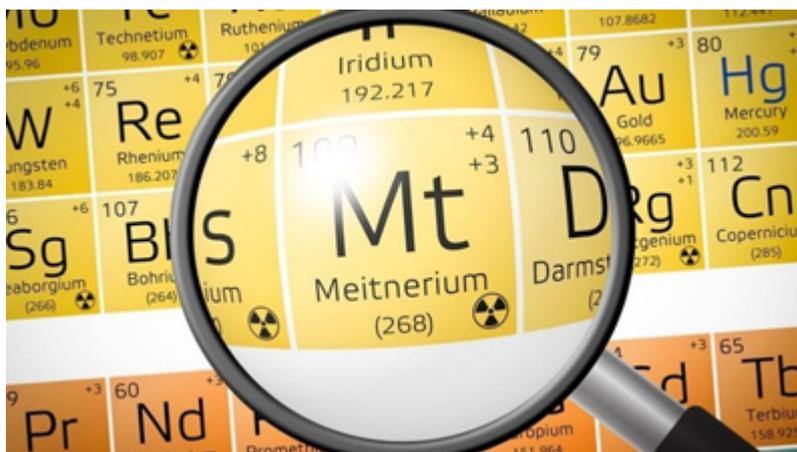


*Central nuclear Atucha*

A finales de 1944 se le concedió el premio Nobel de Química a Otto Hahn por sus aportes en el descubrimiento de la fisión nuclear. Nadie comprendió por qué, habiendo sido nominados los dos juntos en

1939, ahora se le concedía únicamente a él. Tres años más tarde, en 1947, Otto Hahn recogió el Nobel y no mencionó en absoluto los treinta años de colaboración que pasó junto a Lise. Este fue un duro golpe para Lise, y distanció a los dos científicos para siempre. Sin embargo, a pesar de no recibir el Nobel tuvo muchos otros reconocimientos a su carrera: el premio de la ciudad de Viena a la ciencia en 1947, la medalla Max Planck en 1949, el premio Otto Hahn en 1955, la medalla Wilhelm Exner en 1960, la medalla Dorothea Schlözer de Göttingen en 1962 y otros galardones más.

En 1960 se trasladó a Cambridge para estar cerca de su familia y falleció en 1968 a sus 90 años. En 1997, se decidió que **el elemento químico de la tabla periódica** cuyo número atómico es **109**, reciba el símbolo **Mt** y el nombre de **Meitnerio** en su honor.



## Bio 2: Lise Meitner y sus descubrimientos

(Viena, 1878 - Cambridge, 1968) Física sueca de origen austríaco. Estudió física en Viena bajo la dirección de Ludwig Boltzmann. Se estableció en Berlín, donde trabajó como ayudante de Max Planck y midió las longitudes de onda de los rayos gamma. En 1917 fue profesora de física en la Universidad de Berlín, cargo que abandonó en 1938 por la anexión de Austria, su país, con Alemania, y quedar sujeta a las leyes antisemitas. Se refugió en Estocolmo con su

sobrino y colaborador Otto Robert Frisch, y en 1960 se instaló definitivamente en Inglaterra.



Junto a Otto Hahn, descubrió un nuevo radioelemento, el protactinio, de símbolo Pa y número atómico 91, que se desintegraba en actinio. Luego estudió profundamente el experimento de Hahn que consistía en el bombardeo de uranio (número atómico 92) con neutrones, y del que se obtenía bario (número atómico 56). La explicación que justificaba que un isótopo radiactivo de bario se formara en el bombardeo de uranio con neutrones era que el núcleo del uranio se rompía en dos.

En 1939 Hahn publicó sus resultados, pero fue Meitner quien explicó el fenómeno introduciendo el término fisión nuclear, en un trabajo publicado en la revista Nature. El uranio-235 se divide en dos y emite dos o tres neutrones nuevos, estableciéndose así una reacción en cadena. Posteriormente, Enrico Fermi demostró que algunos núcleos de uranio originaban la fisión, mientras que otros originaban determinados cambios que llevaban a la producción del elemento número 93 de la tabla periódica, el neptunio.

Este descubrimiento allanó de manera extraordinaria el camino para lograr de forma práctica la liberación de la energía atómica. El descubrimiento de Otto Hahn sirvió de base para que posteriormente se construyera la bomba atómica, proyecto en el que Meitner se negó



a participar, con la esperanza de que el proyecto resultara imposible. Meitner no volvió a trabajar sobre la fisión.

Fue una de las figuras más importantes de la física moderna y le fue injustamente negado el premio Nobel de Química de 1944, otorgado solamente a Otto Hahn a pesar de los largos años de colaboración con Meitner en el descubrimiento de la fisión nuclear. Recibió cinco doctorados honoris causa y varias condecoraciones, como la medalla de oro Max Plank, en 1949; el premio Otto Hahn de Física y Química, en 1955; y el premio Enrico Fermi, en 1966. Luchó toda su vida por el uso pacífico de la energía atómica.

## **Rosalind Franklin y el descubrimiento del ADN**

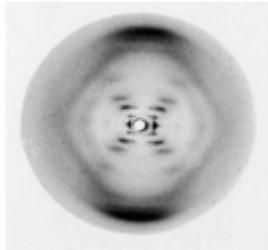
¿Qué es el ADN? ¿Cómo se descubrió? ¿Quién fue Rosalind Franklin? En 1953 se publicó en la Revista Nature el artículo «Estructura molecular de los ácidos nucleicos» escrito por los científicos Francis Crick, James Watson y Maurice Wilkins. Diez años antes de esa publicación, Rosalind Franklin ya había conseguido fotografiar el ADN. Pueden encontrar información sobre esta científica en [este video que forma parte de la colección Seguimos Educando](#).

### **Bio 1: Rosalind Franklin y el ADN**

En 1953, los científicos ingleses Francis Crick, James Watson y Maurice Wilkins presentaron un artículo en la revista Nature titulado “Estructura molecular de los ácidos nucleicos”.

Aquella presentación logró el Premio Nobel de Fisiología y Medicina, en 1962. Pero ¿cómo habían llegado a ese descubrimiento?

Aunque Watson y Crick recibieron el galardón por el descubrimiento de la estructura del ADN, lo cierto es que diez años antes –en 1952– la científica Rosalind Franklin ya había conseguido fotografiar el ADN.



*Fotografía 51*

Esta fotografía, conocida como "foto 51", fue una pieza clave para identificar la estructura del ADN. Pero... ¿cómo fue?



Empecemos por la historia de Rosalind Franklin. Nació en 1920 en Londres y estudió química en la Universidad de Cambridge. Trabajó en un laboratorio químico en el París de la posguerra y en 1951 empezó a trabajar para la Universidad King's College de Londres, ya como experta en cristalografía de rayos X.

La cristalografía analiza la forma en que los cristales se dispersan formando patrones, sobre placas fotográficas. Estos patrones pueden usarse para entrever las estructuras moleculares tridimensionales del objeto de estudio.

Rosalind Franklin empezó a experimentar con la difracción de rayos X para estudiar la molécula de ADN y al poco tiempo obtuvo la icónica



"Foto 51" junto a Gosling... Nos referimos a Raymond Gosling, un estudiante de doctorado que colaboraba con su departamento.

Pero además de la fotografía, Franklin registró en sus cuadernos de laboratorio mediciones y observaciones precisas que serían decisivas para el avance de la ciencia.

Detalló, por ejemplo, las distancias relativas de los distintos elementos repetitivos en una molécula de ADN. También anotó detalles que sugerían que la molécula de ADN constaba de dos partes iguales y complementarias.

Rosalind Franklin murió de cáncer cinco años después, a los 37, sin llegar a saber hasta qué punto el trabajo de Crick y Watson había dependido de su investigación.

En 2003 la Real Sociedad de Londres para el Avance de la Ciencia Natural (Royal Society de Reino Unido) estableció el premio Rosalind Franklin para ayudar a las mujeres en la ciencia.

## Bio 2: Rosalind Franklin, la científica que impulsó el descubrimiento del ADN

La labor de la investigadora inglesa Rosalind Franklin, figura clave para abrir las puertas de la ciencia a las mujeres, resultó vital para el descubrimiento del ADN

La biofísica inglesa Rosalind Franklin, autora de la Fotografía 51 en la que obtenía una imagen del ADN mediante técnicas de rayos X, será recordada por la comunidad científica como figura clave para la ciencia del siglo XX. Gracias a esta conocida imagen, las investigaciones de Watson, Crick y Wilkins culminaron en 1962 con el premio Nobel por el descubrimiento del ADN. Precisamente, Wilkins reconocería la labor de Rosalind Franklin en sus investigaciones justo cuatro años después de la muerte de la científica inglesa.

Probablemente, Rosalind Franklin habría logrado llegar a las mismas conclusiones tan sólo unos meses más tarde, pero ella nunca supo



que una filtración de su trabajo había contribuido a desvelar el secreto de la vida.

Rosalind Franklin murió en 1958 a los 37 años de un cáncer de ovario que pudo ser consecuencia de su trabajo con los rayos X. Cuatro años más tarde, en 1962, Watson, Crick y Wilkins se repartieron el Premio Nobel que, para muchos, mereció Rosalind Franklin. Sin embargo, el premio de la Academia sueca nunca se entrega a título póstumo ni puede compartirse entre más de tres personas.

Rosalind Franklin, además, destacó en otro tipo de investigaciones relacionadas con las microestructuras del carbón y el grafito. Fueron también relevantes sus trabajos sobre la estructura de los virus.

Tal fue la contribución a la ciencia de Rosalind Franklin que son varias las instituciones y premios a los que da nombre, como la universidad Rosalind Franklin University o los premios Royal Society Rosalind Franklin Award and Lecture, que premian la labor de la mujer en la ciencia.

Pero la figura de Rosalind Franklin no solo ha sido relevante en el mundo de la ciencia. Para la comunidad feminista la labor realizada por la investigadora, abriendo camino a la presencia de la mujer en la comunidad científica, la enmarcan como una de las figuras más importantes. Su presencia en la universidad de Cambridge había sufrido la oposición de su familia, pero Rosalind Franklin, de fuerte carácter y personalidad -como reconocen algunos de sus colegas-, no solo consiguió formarse, sino que se convirtió en una gran investigadora a pesar del desprecio sufrido por parte de algunos de sus colegas.

### Bio 3: Rosalind Franklin, una mujer obviada

Rosalind Franklin fue una de esas mujeres obviadas por dedicarse a la ciencia y a la investigación. Destinadas al olvido por instituciones y compañeros a pesar de que sus descubrimientos cambiaran el rumbo de las cosas y el sentido de la vida. Nació en Londres el 25 de julio de 1920, la segunda de cinco hijos en una familia judía. Sus padres, Ellis



y Muriel, participaban en organizaciones benéficas y servicios a la comunidad. Rosalind Franklin siempre había demostrado una aptitud temprana para las matemáticas y la ciencia y un don para los idiomas. Después de escuchar a Einstein en una de sus conferencias, decidió graduarse en Químicas por la Universidad de Cambridge. Al principio, su padre desaprobó la idea, pero lo cierto es que él mismo había estudiado ciencias e incluso aprendido alemán con el fin de intentar convertirse en científico, además de defender siempre la educación como valor primordial.

Los años de Universidad de Rosalind Franklin estuvieron marcados por la Segunda Guerra Mundial, lo que provocó que muchos de sus profesores fuesen detenidos o dejaran su trabajo. Durante aquella época escribió una carta en la que comentaba: «Prácticamente la totalidad de los miembros del laboratorio han desaparecido. Bioquímica se ejecutará casi en su totalidad por los alemanes, y no puede sobrevivir». En este mismo laboratorio había estudiado Newton y allí se constituyó el Laboratorio Cavendish, nombre del físico que unificó las fuerzas eléctricas y el magnetismo.

Cuando acabó sus estudios pasó tres años muy productivos en París en el Laboratoire de Services Chimiques de L'Etat, donde aprendió y desarrolló técnicas tan innovadoras como relevantes para su futuro, entre las que destacan las de difracción de rayos X, también llamada «cristalografía de rayos X». En 1951, Rosalind Franklin volvió a Inglaterra como investigadora asociada en el laboratorio de Juan Randall en Cambridge.

Para Rosalind era la gran oportunidad de aplicar sus conocimientos a la biología y el laboratorio de Randall se encontraba en el mejor nivel de desarrollo. Fue allí donde su trayectoria se cruzó con la de Maurice Wilkins.

Wilkins había sido el primero en reconocer los ácidos nucleicos y no estaba dispuesto a que Rosalind Franklin fuese su competencia. En ese momento se conocía la forma deshidratada de la molécula, la que no sugería una forma helicoidal. Franklin se concentró primero en interpretar los patrones de difracción utilizando las laboriosas



fórmulas de Patterson y consiguió sus objetivos. Así, Rosalind Franklin pulverizó los argumentos de todos sus colegas: la cantidad de agua en el modelo no correspondía al de los estudios de difracción. En 1952 consiguió, con el difractómetro de rayos X, fotografiar la cara B del ADN hidratado, la famosa Foto 51, la columna vertebral del ADN.

A espaldas de Rosalind, Wilkins le enseñó a Watson las fotos decisivas que ella había obtenido del ADN y cuyos resultados aún no había publicado.

La vida de Rosalind Franklin fue tan corta como protagonista. Siendo mujer, científica y judía, tuvo que soportar el desprecio de otros científicos, ver cómo su trabajo fue discriminado. Su misógino jefe fue capaz de tacharla de «conflictiva» y «poco femenina» pero no dudó un momento en robarle su trabajo sobre el cual orientó y logró armar un informe con la información genética y los resultados de Rosalind.

Esta «heroína olvidada» llamada Rosalind Franklin se caracterizaba por su espíritu luchador, lo que le permitió seguir investigando a pesar de los obstáculos. Gracias a ello lideró varios trabajos pioneros relacionados con el virus del mosaico de tabaco y el virus de la polio.

Rosalind Franklin falleció a los 37 años víctima de un cáncer de ovario en Londres. Se especula con la posibilidad de que la causante de la enfermedad fueron sus repetidas exposiciones a la radiación durante sus investigaciones.



## Fuentes

### **Marie Skłodowska-Curie**

Producción propia del equipo de Cs. Naturales.

Baraldo, Luis M. (2017). Marie Curie y el descubrimiento del radio. En *Educ.ar*. Recuperado de <https://www.educ.ar/recursos/113670/marie-curie-y-el-descubrimiento-del-radio>

### **Lise Meitner y la fisión nuclear**

Producción propia del equipo de Cs. Naturales.

Ruiza, M., Fernández, T. y Tamaro, E. (2004). Biografía de Lise Meitner. En *Biografías y Vidas. La enciclopedia biográfica en línea*. Barcelona (España). Recuperado de <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/meitner.htm>

### **Rosalind Franklin**

Seguimos Educando (2021). *Educ.ar*. Recuperado de: <https://www.educ.ar/recursos/156241?from=155605> Transcripción del video "Descubrimiento del ADN"

La voz de Galicia (2013). *Rosalind Franklin, la científica que impulsó el descubrimiento del ADN*. Recuperado de: <https://www.lavozdegalicia.es/noticia/informacion/2013/07/24/rosalind-franklin-autora-fotografia-identifico-estructura-adn/00031374676843055316346.htm>