

## Un nuevo modelo atómico y muchas dudas: el modelo planetario

Pese a los espectaculares resultados obtenidos en los experimentos, Rutherford y sus coetáneos no fueron conscientes en un primer momento de la trascendencia del hallazgo. Rutherford tenía muchas dudas, por ejemplo, sobre la carga del núcleo. En 1911 pensaba que podía tener carga negativa y que en el interior de los átomos las partículas alfa podían estar girando a su alrededor como los planetas en torno al Sol. Esta idea de un “modelo planetario” del átomo no era novedosa, pues era similar a la del físico japonés Hantaro Nagaoka (1865–1950), quien había propuesto un modelo atómico en el que corpúsculos negativos giraban en torno a una esfera positiva que recordaba a Saturno y sus anillos. Rutherford, que conocía el modelo saturniano de Nagaoka, terminará incorporando modificaciones a su modelo como que el núcleo tenía carga positiva (1912) y que estaba rodeado por los electrones orbitando en torno a él (1913).

Todo ello arrojó luz sobre las misteriosas partículas alfa, que resultaron no ser átomos de helio, sino núcleos de helio y, por tanto, tenían carga positiva. No obstante, quedaban muchos desafíos por resolver: si una partícula cargada en movimiento emite energía, ¿por qué los electrones no emiten continuamente energía hasta caer en el núcleo? ¿por qué los espectros de emisión de los elementos no eran entonces continuos, sino discontinuos? Todas estas cuestiones encontrarán respuesta cuando su colaborador, el físico danés Niels Bohr (1885–1962), unifique su idea del núcleo atómico con unas ideas novedosas de la época sobre la radiación y la materia. Un edificio que comenzó a cimentarse hace un siglo y que cambiará la forma de comprender los átomos: la mecánica cuántica.

## El primer alquimista con éxito de la historia

Cuando Rutherford recibió el Premio Nobel de Química y no el de Física en 1908 afirmó que había presenciado muchas transmutaciones en su vida, pero ninguna tan rápida como la que le transformó de físico en químico. Sin duda, los alquimistas, antecesores de los químicos, habían soñado con transformar unos elementos en otros. Los trabajos de Rutherford abrieron el camino a una forma de entender la materia totalmente diferente a la que los alquimistas pudieron siquiera imaginar. La transmutación de un elemento en otro sí es posible, pero no mediante procesos químicos, sino mediante procesos nucleares. Él mismo

lo logró en 1919 con la primera reacción nuclear artificial de la historia, en la que bombardeó átomos de nitrógeno con partículas alfa, obteniendo oxígeno y una partícula de igual carga que el electrón pero de signo positivo y con una masa unas 1800 veces mayor que la del electrón. Una partícula que formaba parte del núcleo de todos los átomos y que era el constituyente único del núcleo del primero de los elementos de la tabla periódica: el hidrógeno (aunque hoy sabemos que existen otros isótopos del hidrógeno que además contienen uno o dos neutrones en su núcleo). A partir de 1925 Rutherford comenzó a referirse a ella como protón, del griego “protos”, primero.

Además del premio Nobel, Rutherford recibió numerosos reconocimientos, condecoraciones e incluso títulos nobiliarios. También fue testigo de numerosos avances en el conocimiento de la estructura atómica que confirmaron alguna de sus hipótesis. Por ejemplo, conoció el descubrimiento del neutrón por el físico James Chadwick (1891–1974) en 1932, partícula cuya existencia él mismo había predicho. Su núcleo quedaba así finalmente habitado por protones y neutrones. En lo personal, vivió la dolorosa pérdida de su hija Eileen en 1930, quien falleció al dar a luz a su cuarto nieto. Él fallecería en Cambridge el 19 de octubre de 1937. No obstante, su legado sigue siendo inmortal. Basta con mirar a nuestros libros de texto o a las estrellas, donde los elementos se transmutan como antaño soñaron los alquimistas. Sueño que él hizo realidad.

### Para saber más

- Crease, Robert (2009). *El prisma y el péndulo. Los diez experimentos más bellos de la ciencia*. Booket.
- Ernest Rutherford. *Premio Nobel de Química de 1904*: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1908/rutherford/biographical/>.



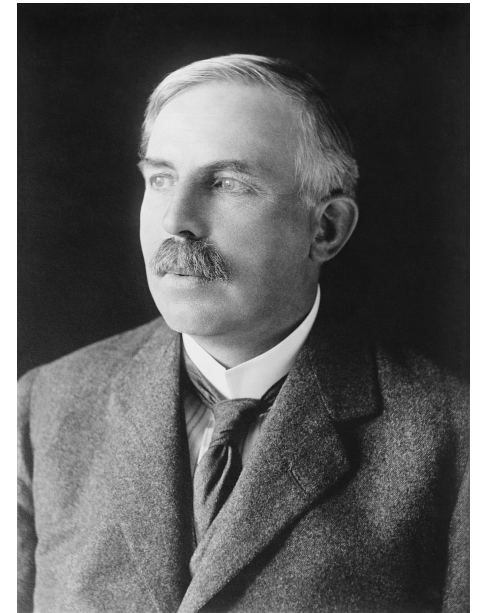
© ⓘ ⓘ Esta obra está bajo una Licencia de Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.

<https://fisiquimicamente.com>

Σ Rutherford

## Biografía y principales contribuciones científicas

Luis Moreno Martínez



### Biografía

Ernest Rutherford nació en Nueva Zelanda, cerca de la ciudad de Nelson, el 30 de agosto de 1871. Pocos imaginaban que aquel hijo de granjero y maestra, que disfrutaba desmontando relojes, jugando al rugby y era el cuarto de once hermanos, terminaría obteniendo el Premio Nobel de Química en 1908 por sus estudios sobre la desintegración de elementos radiactivos y la química de sustancias radiactivas. Pero si hubo un descubrimiento que le llevó al estrellato de la historia de la ciencia es el haber descubierto que el átomo, el componente fundamental de la materia ordinaria, es en su mayoría espacio vacío.

## Viajes, radiaciones y cocodrilos

La vida de Rutherford muestra la importancia que los viajes han tenido en la obra de muchas personas dedicadas a la ciencia. Así, tras cursar sus estudios de licenciatura en su país natal en 1895 se trasladó al Laboratorio Cavendish de Cambridge, donde se convirtió en el ayudante del físico Joseph John Thomson (1856–1940). Fueron años vibrantes para la física. Aquel mismo año Wilhelm Röntgen (1845–1923) había descubierto los rayos X, un año después Henri Becquerel (1852–1908) descubrió la radioactividad y en 1897 J. J. Thomson encontró la primera partícula subatómica de la historia: el electrón.

Un año después del descubrimiento del electrón, Rutherford se trasladó a la Universidad McGill en Canadá. Allí continuó con sus investigaciones sobre radioactividad iniciadas en Cambridge, donde había descubierto que algunas sustancias, como el uranio, emiten dos tipos de radiaciones: una capaz de penetrar muy poco en capas de aluminio colocadas alrededor del uranio, a la que llamó radiación alfa, y otra con mayor capacidad de penetración, a la que llamó radiación beta. Pronto descubrió que estas radiaciones no eran como los rayos X descubiertos por Röntgen, pues eran “trozos de materia” con carga. La radiación beta terminó siendo identificada como chorros de las partículas descubiertas por Thomson. Rutherford centró sus esfuerzos en la radiación alfa, con cuyo estudio llegó incluso a estimar la edad de la Tierra. Realizando experimentos con radón encerrado en un tubo de vidrio, comprobó que otro gas noble parecía: el helio. Esto le llevó a la conclusión de que la radiación alfa eran átomos de helio. Pero, ¿si las partículas alfa eran átomos de helio, no deberían ser neutras? Esta pregunta encontrará respuesta tiempo después.

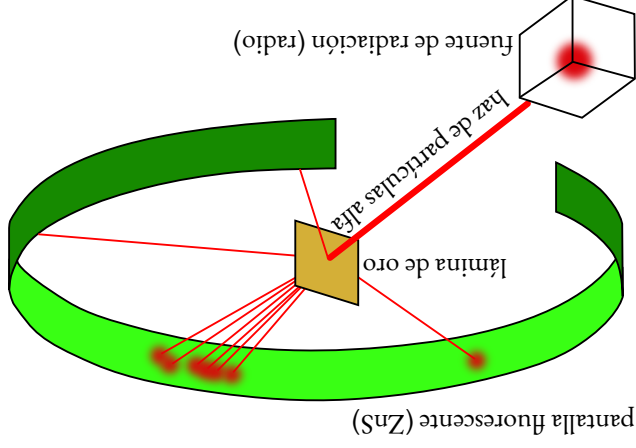
En 1900 contrajo matrimonio con Mary Newton, fruto del cual nacerá su única hija Eileen y en 1907 se incorporó como profesor a la Universidad de Manchester, pero con la jubilación de J. J. Thomson, en 1919 regresó a Cambridge y asumió la dirección del Laboratorio Cavendish. Allí fue conocido por sus estudios antes como «el cocodrilo». Este more, que no le disgustó, fue acuñado cariñosamente por uno de sus alumnos, el físico ruso Peter Kapitza (1894–1984), posiblemente porque la fuerte voz de Rutherford (generalmente tarareando alguna canción) alertaba a todos de su llegada, como el “tic-tac” del cocodrilo de las historias de Peter Pan.



El famoso cocodrilo homenaje a Rutherford en la fachada del Laboratorio Cavendish. Fuente: <https://www.phy.cam.ac.uk/history/years/croc>

## Uno de los experimentos más bellos de la historia de la ciencia

El experimento que Rutherford llevó a cabo junto con sus colaboradores entre 1908 y 1911 ha sido considerado uno de los diez experimentos más bellos que se han llevado a cabo en la historia de la ciencia. Tratando de resolver el misterio de la radiación alfa, Hans Geiger (1882–1945) y Ernest Marsden (1889–1970), que bombardeaban láminas de metales como el oro con partículas alfa. Rodeando la lámina se encontraba una pantalla de sulfuro de cinc (ZnS), sustancia que emite un centelleo cuando una partícula alfa incide sobre ella.

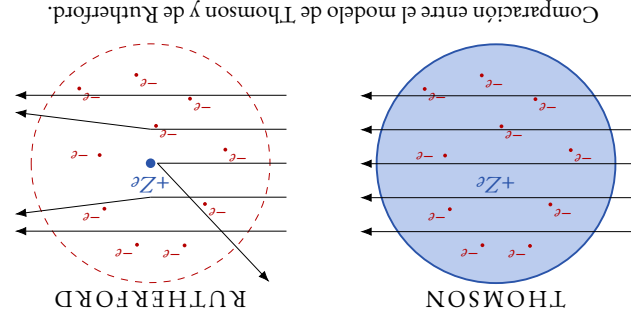


El célebre experimento de la lámina de oro. Traducida y adaptada de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geiger-Marsden\\_experiment.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geiger-Marsden_experiment.svg).

Ya anciano, Rutherford recordará con emoción el día que Geiger y Marsden fueron a verle con los resultados del experimento: la mayoría de partículas alfa, disparadas a unos 16 000 km/s, atravesaban la lámina sin desviarse, algunas se desviaban ligeramente de su trayectoria y unas pocas rebotaban. En palabras del propio Rutherford:

“Fue uno de los acontecimientos más increíbles que me han pasado en toda la vida. Aquello era casi tan increíble como si uno disparara contra un pañuelo de papel y la bala rebotara y nos diera.”

Si el modelo atómico del pudín de pasas era correcto, las partículas alfa deberían atravesar los átomos de la lámina sin problema. No obstante, el modelo de Thomson sí permitía explicar que algunas partículas saliesen rebotadas. Esto podía ocurrir debido a la dispersión múltiple causada por la colisión de una misma partícula alfa con varios átomos de la lámina. Tras mucho reflexionar sobre los hechos observados y con los análisis matemáticos sobre las colisiones de las partículas alfa que realizó para el físico Ralph Howard Fowler (1889–1944), quien más tarde se casará con su hija, la forma más satisfactoria de explicar los resultados era considerar que el átomo era hueco y que prácticamente toda su masa estaba concentrada en su centro. Rutherford introdujo así el concepto de núcleo atómico. Esto permitía justificar que la mayoría de las partículas alfa atravesaran la lámina sin sufrir desviación. Las partículas que rebotaban serían aquellas que habrían colisionado con el diminuto pero masivo núcleo atómico.



Comparación entre el modelo de Thomson y de Rutherford.