

Niels Bohr

Biografía y principales contribuciones científicas

Luis Moreno Martínez



Biografía

Niels Bohr nació en Copenhague el 7 de octubre de 1885 en el seno de una familia de dilatada tradición docente, ya que su bisabuelo y su abuelo fueron profesores. Su padre, el médico Christian Bohr (1855–1911), también fue profesor. Enseñaba Fisiología en la Universidad de Copenhague, de la que llegó a ser rector. Su madre, Ellen Alder (1860–1930), de origen judío, procedía de una familia ligada al mundo financiero. El joven Bohr, su hermana mayor, Jenny, y su hermano pequeño, Harald, crecieron en un hogar donde la cultura estaba muy presente, ya que sus padres organizaban tertulias en casa a las que asistían científicos, humanistas y artistas.

En sus años en el instituto Bohr se interesó mucho por las ciencias, pero también por la filosofía y el teatro, mostrando una gran capacidad como comunicador. Tras dudar entre estudiar Física o Filosofía, finalmente se inclinó por la primera, aunque nunca abandonó su interés en la segunda. El 13 de mayo de 1911, solo unos meses después de la trágica muerte de su padre, defendió su tesis doctoral sobre la teoría electrónica de los metales. En su tesis, Bohr partía del modelo de Paul Drude (1863–1906), que consideraba los metales como una red de átomos cargados positivamente que estaban rodeados de un gas de electrones de carga negativa. La principal contribución de Bohr fue considerar que la interacción entre los cationes y los electrones no se debía a los choques entre ambos, sino a la existencia de campos de fuerza.

Junto a Thomson y Rutherford

En 1911 el joven doctor Bohr se trasladó a Cambridge, donde pudo trabajar con Joseph John Thomson (1856–1940), quien había descubierto el electrón en 1897. Un año después Bohr se trasladó a Manchester, donde pudo trabajar con Ernest Rutherford (1871–1937). No obstante, su tiempo junto a Rutherford también fue breve, pues el 1 de agosto de 1912 se casó con Margrethe Norlund (1890–1984) en Copenhague. El matrimonio tendrá seis hijos, de los que perdieron dos, que desarrollaron destacadas trayectorias en distintos ámbitos: Hans Henrik (médico), Erik (ingeniero), Aage Niels (físico) y Ernest (abogado).

Tras ocupar varios cargos, en 1916 fue nombrado catedrático de Física Teórica de la Universidad de Copenhague, donde desarrolló su trayectoria profesional, realizó sus importantes investigaciones sobre la estructura nuclear y electrónica del átomo e impulsó la creación del Instituto de Física Teórica.

El Instituto de Física Teórica de Copenhague, un templo de la física

Este centro de investigación fue inaugurado oficialmente en 1921. Un año después, Bohr obtuvo el Premio Nobel de Física. Mientras Bohr se encontraba en Estocolmo para recibir este prestigioso premio, le llegó un telegrama que anunciaba que en su querido instituto se había descubierto un nuevo elemento químico: el hafnio (Hf), elemento llamado así pues Hafnia es la denominación latina de la primitiva ciudad de Copenhague. Por este instituto pasarán muchos de los grandes físicos del siglo XX, como Werner Heisenberg (1901–1976), físico que además de formular su famoso principio de incertidumbre trabajó al servicio de Alemania durante la II Guerra Mundial, lo que le llevó a una polémica conversación con Bohr sobre las armas nucleares que pasará a la historia; Erwin Schrödinger (1887–1961), quien además de plantear su famosa ecuación que describe los electrones mediante funciones de onda, discrepó con Bohr sobre el carácter difuso de las nuevas ideas de la teoría cuántica; o Wolfgang Pauli (1900–1958), quien formuló el principio de exclusión, una de las reglas básicas del modelo atómico mecanocuántico. Asimismo, Bohr tuvo contacto con otros destacados físicos de la época, como Marie Curie (1867–1934) o Albert Einstein (1879–1955), con quienes coincidió en el Congreso Solvay de 1927, reunión que congregó en Bruselas a las figuras más destacadas de la historia de la física a nivel internacional.



Pauli y Bohr en Suecia en 1951 observando el movimiento de un popular juguete (*tippe top*) de la época. Fuente: <https://arkiv.dk/en/vis/5909888>.

Biografía (cont.)

Guerra y ciencia

Dinamarca se había mantenido neutral durante la I Guerra Mundial (1914–1918). Sin embargo, la II Guerra Mundial (1939–1945) sí afectó directamente a Dinamarca, que fue ocupada por Alemania en 1940. Bohr, cuya madre era de origen judío, estuvo a punto de ser detenido en 1943, pero logró escapar junta a su familia exiliándose en Suecia. Bohr y su hijo Aage se trasladaron a Estados Unidos donde se incorporaron al Proyecto Manhattan, que había congregado en Los Álamos a grandes mentes de la ciencia para la fabricación de la bomba nuclear. Tras el lanzamiento de las bombas atómicas en las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki en agosto de 1945, trágico acontecimiento que condujo al final de la II Guerra Mundial, Bohr inició una campaña para concienciar a todos los países de la necesidad del control internacional sobre las investigaciones nucleares. Para ello, no dudó en escribir cartas y artículos de prensa, en una clara muestra del compromiso social y político que, según Bohr, todo científico debía tener. Como él mismo escribió en su carta abierta a las Naciones Unidas:

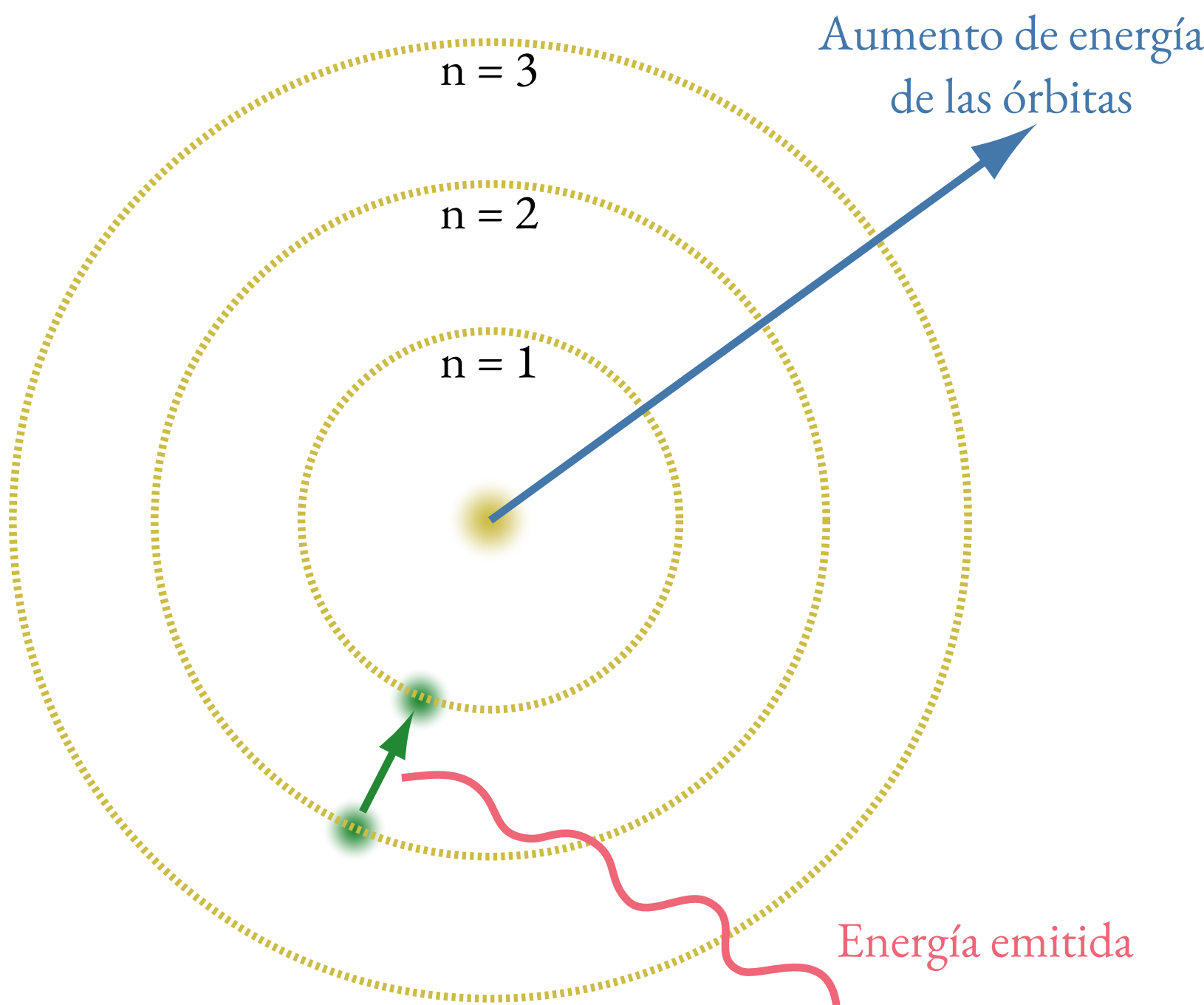
“El progreso de la ciencia y la tecnología ha ligado para siempre el destino de todas las naciones.”

Niels Bohr, 9 de junio de 1950.

Finalizada la guerra, Bohr y su familia regresaron a Dinamarca en agosto de 1945. Bohr se jubiló diez años después. Dejó las aulas, pero siguió al frente de su querido Instituto de Física Teórica. El 17 de noviembre de 1962 falleció por un colapso cardíaco.

Entre la física clásica y la física cuántica: el modelo atómico de Bohr

En 1912 Niels Bohr trataba de conciliar dos ideas entonces separadas: el modelo atómico de Rutherford, que asumía que los átomos eran prácticamente huecos (con un diminuto núcleo atómico) y la hipótesis de los cuantos de Max Planck (1858–1947), que introducía la idea de que la energía no se intercambiaba de forma continua, sino en forma de “paquetes” (cuantos). Un año más tarde, Bohr planteó un modelo atómico en el que los electrones orbitan en torno al núcleo solo en determinadas órbitas (estados estacionarios) en las que el momento angular del electrón (es decir, el producto de su masa, su velocidad y su distancia al núcleo) es múltiplo entero de $h/2\pi$, donde h es la denominada constante de Planck, cuyo valor es $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J s. Bohr fusionaba así una idea de la física clásica (los electrones orbitando en torno al núcleo por acción de la fuerza electrostática que actuaba como fuerza centrípeta) con una idea de la entonces novedosa física cuántica (no todos los valores del momento angular del electrón son posibles, únicamente se permiten algunos de ellos, es decir, el momento angular del electrón es una magnitud cuantizada). Precisamente, el físico Wander J. Haas (1878–1960) había intentado en 1910 justificar el valor de h utilizando el modelo atómico de Thomson. Sin duda, una muestra de que crear puentes entre las viejas y nuevas ideas de la física era entonces un desafío colectivo para la comunidad científica.



Modelo atómico de Bohr. Cada órbita (n) puede albergar un máximo de $2n^2$ electrones. Traducida y adaptada de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bohr_atom_model_English.svg.

Entre la física clásica y la física cuántica: el modelo atómico de Bohr (cont.)

Otra idea clave del modelo atómico de Bohr fue considerar que los electrones podían saltar de una órbita a otra emitiendo o absorbiendo cuantos de energía en forma de luz (fotones). Esto permitía explicar los espectros de emisión de los elementos químicos, es decir, el hecho de que al someter a la llama a sales de diferentes elementos, la luz emitida era diferente para cada elemento y característica de él, tal y como habían observado ya en el siglo XIX espectroscopistas como Robert Bunsen (1811–1899) y Gustav Kirchhoff (1824–1887). La explicación de los espectros de los elementos que lograba ofrecer el modelo de Bohr fue una fértil consecuencia del mismo, no la causa que llevó a Bohr a desarrollar un nuevo modelo para el átomo; pues realmente fue la química de los elementos lo que motivó a Bohr a perfeccionar el modelo de Rutherford. Cabe destacar que otros físicos de la época, como John W. Nicholson (1881–1955), habían intentado, antes que Bohr, vincular la estructura del átomo con las líneas de los espectros de emisión de los elementos. No obstante, el modelo de Bohr tuvo un gran éxito, ya que logró crear un puente resistente entre las nuevas ideas cuánticas, la física clásica y la evidencia experimental. Aunque el modelo de Bohr solo permitía explicar de forma satisfactoria los espectros del hidrógeno y de iones hidrogenoides, Bohr pensaba que sería posible acomodar su modelo para explicar los espectros de elementos con más electrones.



Instituto Niels Bohr en Copenhague. Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Niels_Bohr_Institute_1.jpg.

Los estudios de Bohr sobre el átomo no se centraron únicamente en la corteza electrónica. Bohr, además, planteó que los nucleones (protones y neutrones) que forman el núcleo se comportan entre sí como las partículas que constituyen una gota de un líquido. Este modelo de gota líquida fue defendido también por George Gamow (1904–1968), quien había realizado una estancia en el Instituto de Física Teórica en 1928.

El legado de Bohr

Tres años después de su fallecimiento en 1962, el Instituto de Física Teórica al que Bohr dedicó gran parte de su vida fue rebautizado como el nombre de Instituto Niels Bohr. En 1975, su hijo Aage Niels Bohr (1922–2009), ganaría junto a James Rainwater (1917–1986) y Ben R. Mottelson (1926–2022) el Premio Nobel de Física por sus estudios sobre la estructura del núcleo atómico. En 1997, el elemento 107 de la tabla periódica fue denominado bohrio (Bh) en honor a Niels Bohr. Bohr fue consciente de que su modelo no representaba la realidad atómica, sino que era una representación mental útil para explicar algunos fenómenos atómicos. Hoy su modelo sigue presente en nuestros libros de texto, pues si bien el modelo mecanocuántico explica de forma más satisfactoria los hallazgos científicos del último siglo, el modelo de Bohr sigue siendo de interés para explicar algunos aspectos de la física y la química, dos ciencias en las que Bohr dejó un valioso legado.

Para saber más

- Lahera Claramonte, Jesús (2004). Bohr. De la física atómica a la física cuántica. Madrid: Nivola.
- Sánchez Ron, José Manuel (2025). Historia de la Física Cuántica. Volumen I: El periodo fundacional: origen y desarrollo de la cuantización de Planck (1860-1924). Madrid: Crítica.
- Archivo Niels Bohr de la Universidad de Copenhague: <https://nbarchive.ku.dk/>.