

Átomos

Un informe detallado sobre la estructura, historia y aplicaciones del átomo.

23 de junio de 2025

Índice

- Introducción al Concepto de Átomo
- Evolución Histórica de los Modelos Atómicos
- La Revolución Cuántica: El Modelo de Bohr y Schrödinger
- Estructura Detallada del Átomo Moderno
- Fuerzas Fundamentales e Isótopos
- Aplicaciones de la Física Atómica en la Sociedad
- Conclusiones y Perspectivas Futuras

Introducción al Concepto de Átomo

El concepto de átomo constituye uno de los pilares fundamentales sobre los que se erige la ciencia moderna. Definido como la unidad más pequeña de la materia que retiene las propiedades químicas de un elemento, el átomo es el bloque constitutivo esencial del universo observable. Su estudio trasciende las fronteras de una única disciplina, erigiéndose como un campo de conocimiento indispensable para la física, la química, la biología y la ciencia de materiales. La comprensión de su estructura y comportamiento no solo ha permitido descifrar las leyes que gobiernan la materia a escala microscópica, sino que también ha sido el motor de revoluciones tecnológicas que definen la sociedad contemporánea.

El presente informe se aboca a realizar un análisis exhaustivo de la partícula atómica. Para ello, se trazará en primera instancia la evolución histórica del modelo atómico, desde las concepciones filosóficas de la antigüedad clásica hasta el paradigma cuántico actual, que describe el átomo en términos de probabilidades y funciones de onda. Posteriormente, se detallará su estructura, examinando las propiedades y funciones de sus componentes subatómicos —protones, neutrones y electrones— y las fuerzas fundamentales que aseguran su cohesión. Finalmente, se explorarán las vastas aplicaciones derivadas del conocimiento atómico, que abarcan desde la generación de energía nuclear hasta innovaciones en medicina y tecnología. A través de este recorrido, se busca ofrecer una perspectiva integral sobre la importancia capital del átomo en el desarrollo científico y tecnológico.

Evolución Histórica de los Modelos Atómicos

La concepción de la materia ha sido un pilar central en la evolución del pensamiento científico, y en su núcleo reside la idea del átomo. El tránsito desde una noción puramente filosófica hacia modelos empíricamente fundamentados constituye una de las narrativas más significativas de la ciencia. Este recorrido cronológico, desde las especulaciones de la antigua Grecia hasta los albores de la física nuclear, revela un progreso incremental en la comprensión de la estructura fundamental de la realidad.

El punto de partida conceptual se atribuye a los filósofos griegos Leucipo y su discípulo Demócrito en el siglo V a.C. Ellos postularon, a través de la deducción lógica, que toda la materia debía estar compuesta por partículas últimas, indivisibles e indestructibles, a las que denominaron "átomos" (del griego ἄτομος, "sin división"). Este modelo temprano sostenía que los átomos eran entidades sólidas, eternas y homogéneas, diferenciándose únicamente en forma, tamaño y posición, y que sus distintas combinaciones en un vacío daban lugar a la diversidad de sustancias observadas. A pesar de su naturaleza especulativa y la ausencia de validación experimental, esta propuesta introdujo por primera vez el revolucionario concepto de un límite a la divisibilidad de la materia.

Tras un lapso de más de dos milenios, el concepto fue revitalizado bajo un prisma científico por el químico y físico inglés John Dalton a principios del siglo XIX. Su modelo atómico, presentado entre 1803 y 1808, se erigió como la primera teoría científica sobre el átomo, fundamentada en la observación empírica y las leyes ponderales de la química. Dalton propuso que los elementos estaban formados por átomos idénticos en masa y propiedades, mientras que los átomos de elementos distintos poseían masas y propiedades diferentes. En su modelo, conocido a menudo como el de la "bola de billar", los átomos eran esferas macizas e indivisibles que se reorganizaban durante las reacciones químicas para formar compuestos en proporciones numéricas fijas y sencillas. Este marco teórico permitió explicar satisfactoriamente leyes químicas fundamentales, como la ley de las proporciones constantes y la ley de las proporciones múltiples.

El paradigma de la indivisibilidad atómica fue desafiado a finales del siglo XIX. Los experimentos con tubos de rayos catódicos condujeron al físico británico J.J. Thomson al descubrimiento del electrón en 1897. Thomson demostró que estos rayos consistían en partículas con carga negativa cuya masa era significativamente inferior a la del átomo de hidrógeno. Para incorporar este hallazgo, en 1904 propuso un nuevo modelo, coloquialmente denominado "budín de pasas". En esta concepción, el átomo era una esfera de materia con carga positiva distribuida de manera uniforme, en la cual se encontraban incrustados los electrones con carga negativa, de forma análoga a las pasas en un budín. La neutralidad eléctrica del átomo se mantenía por el equilibrio entre la carga positiva total y la suma de las cargas de los electrones. Este fue el primer modelo en postular una estructura interna para el átomo.

La siguiente gran revisión provino de Ernest Rutherford, un antiguo estudiante de Thomson. En 1911, a través de su célebre experimento de la lámina de oro, Rutherford bombardeó una delgada lámina de este metal con partículas alfa (núcleos de helio, con carga positiva). Los resultados fueron inesperados y contradecían el modelo de Thomson: la mayoría de las partículas atravesaban la lámina sin desviarse, pero una pequeña fracción era desviada en ángulos significativos, y unas pocas incluso rebotaban. A partir de esta evidencia, Rutherford concluyó que la carga positiva y la práctica totalidad de la masa del átomo debían concentrarse en una región central extremadamente densa y diminuta: el núcleo atómico. Su modelo nuclear, o "planetario", propuso un átomo mayormente compuesto por espacio vacío, con un núcleo central positivo alrededor del cual orbitaban los electrones negativos, de manera análoga a los planetas girando en torno al Sol. Este modelo estableció la arquitectura fundamental del átomo que persiste en la actualidad, sentando las bases para desarrollos posteriores en la física cuántica.

La Revolución Cuántica: El Modelo de Bohr y Schrödinger

El tránsito del siglo XIX al XX trajo consigo una serie de descubrimientos que desafiaron los cimientos de la física clásica, especialmente en lo que respecta a la estructura atómica. El modelo planetario de Rutherford, si bien exitoso en postular un núcleo denso y positivo, era inherentemente inestable según las leyes del electromagnetismo clásico, que predecían que un electrón en órbita debería irradiar energía continuamente hasta colapsar sobre el núcleo. La solución a esta paradoja no provino de un ajuste a la física clásica, sino de una revolución conceptual: la mecánica cuántica.

Niels Bohr, en 1913, dio el primer paso audaz en esta nueva dirección al proponer un modelo que, si bien aún semi-clásico, introducía una idea radical: la cuantización. Postuló que los electrones no podían ocupar cualquier órbita, sino únicamente trayectorias circulares estables y discretas, cada una correspondiendo a un nivel de energía específico y fijo. En estos "estados estacionarios", el electrón no irradia energía. Una transición entre niveles solo es posible mediante la absorción o emisión de un cuanto de energía (un fotón) cuya energía es exactamente igual a la diferencia entre los niveles inicial y final. Este postulado explicó con una precisión espectacular el espectro de líneas de emisión del átomo de hidrógeno, un logro que la física clásica no podía justificar.

Sin embargo, el modelo de Bohr presentaba limitaciones significativas. Trataba al electrón primordialmente como una partícula y no podía explicar los espectros de átomos con más de un electrón, ni el desdoblamiento de las líneas espectrales bajo la influencia de un campo magnético (efecto Zeeman). El verdadero cambio de paradigma llegó en 1926 con Erwin Schrödinger. Basándose en la hipótesis de la dualidad onda-partícula de Louis de Broglie, Schrödinger abandonó por completo la noción de órbitas definidas. En su lugar, describió el comportamiento del electrón mediante una ecuación de onda. La solución a esta ecuación, la función de onda (Ψ), no especifica una posición exacta, sino que su cuadrado (Ψ^2) representa la densidad de probabilidad de encontrar al electrón en una determinada región del espacio alrededor del núcleo. Estas regiones de alta probabilidad son lo que hoy conocemos como orbitales atómicos. El modelo de Schrödinger no solo resolvió las inconsistencias del modelo de Bohr, sino que también proporcionó un marco matemático robusto que fundamenta nuestra comprensión moderna del enlace químico y las propiedades periódicas de los elementos, consolidando la transición de una visión determinista del átomo a una fundamentalmente probabilística.

Estructura Detallada del Átomo Moderno

La concepción contemporánea de la estructura atómica, fundamentada en los principios de la mecánica cuántica, ofrece un modelo de gran complejidad y precisión. Este marco teórico describe al átomo no como una entidad estática, sino como un sistema dinámico compuesto por dos regiones principales: un núcleo central denso y una nube electrónica difusa que lo rodea.

El núcleo atómico constituye el centro de masa del átomo y alberga la casi totalidad de su masa. Está compuesto por partículas subatómicas denominadas nucleones: los protones, que poseen una carga eléctrica positiva, y los neutrones, que son eléctricamente neutros. La cohesión de estas partículas, a pesar de la intensa repulsión electrostática entre los protones, se logra mediante la interacción nuclear fuerte, una de las fuerzas fundamentales de la naturaleza que actúa a distancias subatómicas. El número de protones define la identidad química del elemento, mientras que la suma de protones y neutrones determina su isótopo.

La región que rodea al núcleo es la nube electrónica, una zona donde la presencia de los electrones es descrita en términos de probabilidad. A diferencia del modelo planetario de Bohr, el modelo mecanocuántico postula que no es posible determinar simultáneamente y con exactitud la posición y el momento de un electrón, en concordancia con el Principio de Incertidumbre de Heisenberg. En su lugar, se definen los orbitales atómicos, que son regiones tridimensionales donde existe una alta probabilidad (generalmente superior al 90%) de encontrar a un electrón. Cada electrón dentro de un átomo se caracteriza por un conjunto único de cuatro números cuánticos, que definen su estado energético y sus propiedades orbitales. El número cuántico principal (n) indica el nivel de energía; el número cuántico del momento angular (l) define la forma del orbital (s, p, d, f); el número cuántico magnético (m_l) especifica la orientación espacial del orbital; y el número cuántico de espín (m_s) describe el momento angular intrínseco del electrón. El Principio de Exclusión de Pauli estipula que no pueden existir dos electrones en un mismo átomo con los cuatro números cuánticos idénticos, lo que gobierna la distribución de los electrones en los distintos orbitales disponibles.

Fuerzas Fundamentales e Isótopos

Dentro de la arquitectura del átomo, un equilibrio preciso de fuerzas fundamentales dicta su estructura y estabilidad. Estas interacciones son cruciales para comprender tanto la cohesión del núcleo como la configuración de los electrones que lo orbitan. A su vez, la composición del núcleo permite la existencia de variantes atómicas conocidas como isótopos.

Las Fuerzas Gobernantes del Átomo

La estabilidad de un átomo depende principalmente de dos de las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza: la fuerza nuclear fuerte y la fuerza electromagnética. Aunque la fuerza nuclear débil y la gravedad también operan a esta escala, su influencia es menos directa en la estructura atómica básica.

La **fuerza nuclear fuerte** es la interacción más intensa conocida en el universo y es la responsable de mantener la integridad del núcleo atómico. Su función primordial es superar la inmensa repulsión electrostática que existe entre los protones, partículas de carga positiva que, de otro modo, se repelerían violentamente. Esta fuerza es de alcance extremadamente corto, confinada a las dimensiones del núcleo, y actúa indistintamente entre protones y neutrones, uniéndolos para formar un conjunto compacto y estable.

Por otro lado, la **fuerza electromagnética**, de alcance infinito, gobierna la interacción entre el núcleo y los electrones. La carga positiva total de los protones en el núcleo ejerce una atracción sobre los electrones, de carga negativa, manteniéndolos en orbitales definidos alrededor del núcleo. Esta misma fuerza es la que subyace a las interacciones químicas entre átomos, ya que la configuración electrónica de un átomo determina su capacidad para formar enlaces.

El Concepto de Isótopos

La identidad de un elemento químico está determinada exclusivamente por su número atómico (Z), que corresponde al número de protones en su núcleo. Sin embargo, el número de neutrones (N) puede variar. Los átomos que comparten el mismo número de protones pero tienen un número diferente de neutrones se denominan **isótopos**.

Consecuentemente, los isótopos de un mismo elemento poseen el mismo número atómico (Z) pero diferente número másico (A), que es la suma de protones y neutrones ($A = Z + N$). Dado que el comportamiento químico de un átomo depende de su estructura electrónica, la cual a su vez depende del número de protones, los isótopos de un elemento exhiben propiedades químicas prácticamente idénticas. Su principal diferencia radica en su masa y en su estabilidad nuclear. Por ejemplo, el elemento carbono ($Z=6$) existe predominantemente como carbono-12 (6 protones, 6 neutrones), pero también existen isótopos como el carbono-13 (6 protones, 7 neutrones), que es estable, y el carbono-14 (6 protones, 8 neutrones), que es inestable o radiactivo. La inestabilidad de ciertos isótopos (radioisótopos) conduce a la desintegración radiactiva, un proceso gobernado por la fuerza nuclear débil, y tiene aplicaciones significativas en campos como la medicina, la geocronología y la producción de energía nuclear.

Aplicaciones de la Física Atómica en la Sociedad

La física atómica, el campo de la ciencia dedicado al estudio de los átomos como sistemas aislados de electrones y un núcleo atómico, ha trascendido el ámbito de la investigación fundamental para convertirse en un pilar de la tecnología y el bienestar en la sociedad contemporánea. La manipulación y comprensión de los procesos que ocurren a escala atómica y nuclear han catalizado revoluciones en múltiples sectores, desde la generación de energía a gran escala hasta diagnósticos médicos de alta precisión. Este apartado explora las aplicaciones más significativas de dicha disciplina, poniendo de relieve su impacto en la energía, la medicina y otros campos científico-industriales.

En el ámbito energético, la aplicación más prominente es la generación de electricidad mediante la fisión nuclear. En este proceso, núcleos de átomos pesados, como el uranio-235 o el plutonio-239, son divididos mediante el bombardeo con neutrones, liberando una cantidad sustancial de energía. Esta energía se aprovecha en las centrales nucleares para calentar agua, producir vapor y accionar turbinas que generan electricidad. De forma paralela, la comunidad científica internacional invierte esfuerzos considerables en la investigación de la fusión nuclear, el proceso que alimenta a las estrellas. La fusión, que implica la unión de núcleos ligeros (como los isótopos de hidrógeno deuterio y tritio), promete una fuente de energía potencialmente más limpia, segura y con reservas de combustible prácticamente inagotables, aunque su viabilidad técnica a escala comercial sigue siendo un desafío mayúsculo.

El sector de la salud se ha beneficiado enormemente de los avances derivados de la física atómica. En el diagnóstico por imagen, técnicas como la tomografía por emisión de positrones (PET) utilizan radioisótopos que se acumulan en tejidos específicos, permitiendo visualizar la actividad metabólica y detectar patologías como el cáncer a nivel funcional. La resonancia magnética nuclear (RMN), por su parte, se fundamenta en las propiedades magnéticas de los núcleos atómicos para generar imágenes detalladas de tejidos blandos sin emplear radiación ionizante. En el plano terapéutico, la radioterapia utiliza haces de radiación de alta energía (rayos X, gamma o partículas como protones) para destruir células tumorales con precisión, constituyendo uno de los tratamientos oncológicos más extendidos.

Finalmente, las aplicaciones en la industria y la ciencia son vastas y diversas. La datación por radiocarbono, que mide la desintegración del isótopo carbono-14 en materia orgánica, ha sido una herramienta indispensable para la arqueología, la paleontología y la geología, permitiendo fechar artefactos y fósiles con miles de años de antigüedad. Otro avance tecnológico fundamental con base en la física atómica es el láser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). Este dispositivo se basa en la emisión estimulada de fotones por parte de átomos excitados para producir un haz de luz coherente y monocromático, con aplicaciones que abarcan desde las telecomunicaciones y la cirugía hasta la espectroscopia y la manufactura industrial. Asimismo, técnicas de análisis basadas en la interacción de la radiación con la materia se emplean para el control de calidad no destructivo y la esterilización de equipos médicos y alimentos.

Conclusiones y Perspectivas Futuras

El recorrido histórico y conceptual en la comprensión del átomo representa uno de los mayores triunfos del intelecto humano y del método científico. Este informe ha transitado desde las primeras intuiciones filosóficas de Demócrito sobre una partícula fundamental e indivisible, hasta el actual paradigma cuántico, que describe al átomo como un sistema de una complejidad extraordinaria. La evolución desde el modelo de Dalton, pasando por las revelaciones estructurales de Thomson y Rutherford y los postulados cuánticos de Bohr, culmina en el modelo mecano-cuántico de Schrödinger y Heisenberg. Este modelo actual abandona las certezas clásicas para ofrecernos una descripción basada en orbitales de probabilidad, una 'nube' donde la existencia de los electrones es definida por funciones de onda. Dicha evolución no es meramente académica; constituye el pilar sobre el que se erigen la química moderna, la ciencia de materiales, la biología molecular y la tecnología nuclear.

La consolidación de este conocimiento, sin embargo, no representa un punto final, sino un umbral hacia interrogantes más profundos y aplicaciones tecnológicas transformadoras. Las perspectivas futuras de la física atómica y subatómica se extienden hacia dos horizontes principales: la exploración de lo fundamental y la aplicación energética. Por un lado, la física de partículas busca ir más allá del Modelo Estándar, que, a pesar de su éxito, no logra explicar fenómenos cosmológicos cruciales como la materia oscura o la asimetría entre materia y antimateria. Líneas de investigación activas, apoyadas por instrumentos de nueva generación como futuras ampliaciones del Gran Colisionador de Hadrones, se centran en la búsqueda de nuevas partículas, como las predichas por teorías de supersimetría, que podrían desvelar una imagen más completa de la realidad fundamental.

Por otro lado, la maestría sobre el núcleo atómico abre la puerta a una de las soluciones más prometedoras para la crisis energética global: la energía de fusión. A diferencia de la fisión, la fusión nuclear, que replica los procesos energéticos del Sol, promete una fuente de energía masiva, segura y con residuos mínimos. Proyectos de escala monumental, como el Reactor Termonuclear Experimental Internacional (ITER), buscan demostrar la viabilidad científica y tecnológica de confinar plasma a cientos de millones de grados para obtener una ganancia neta de energía. Aunque los desafíos técnicos, especialmente en la ciencia de materiales y el confinamiento del plasma, son inmensos, el éxito en esta área podría redefinir el futuro energético de la civilización. En conclusión, el átomo, lejos de ser un concepto cerrado, permanece como un campo fértil para el descubrimiento, impulsando nuestra búsqueda de conocimiento fundamental y de soluciones innovadoras a los desafíos más apremiantes de la humanidad.

Referencias

- CERN. (s.f.). *Beyond the Standard Model*. Home.cern.
<https://home.cern/science/physics/beyond-standard-model>
- Chemistry LibreTexts. (2022, 26 de octubre). *2.1: The Atomic Theory of Matter*.
[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Map%3A_Chemistry_-_The_Central_Science_\(Brown_et_al.\)/02._Atoms_Molecules_and_Ions/2.1%3A_The_Atomic_Theory_of_Matter](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Map%3A_Chemistry_-_The_Central_Science_(Brown_et_al.)/02._Atoms_Molecules_and_Ions/2.1%3A_The_Atomic_Theory_of_Matter)
- Chemistry LibreTexts. (2022, 14 de diciembre). *The Schrodinger Equation for the Hydrogen Atom*.
[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_\(Physical_and_Theoretical_Chemistry\)/Quantum_Mechanics/09._The_Hydrogen_Atom/The_Schrodinger_Equation_for_the_Hydrogen_Atom](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_(Physical_and_Theoretical_Chemistry)/Quantum_Mechanics/09._The_Hydrogen_Atom/The_Schrodinger_Equation_for_the_Hydrogen_Atom)
- Chemistry LibreTexts. (2022, 14 de diciembre). *The Schrödinger Wave Equation for the Hydrogen Atom*.
[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_\(Physical_and_Theoretical_Chemistry\)/Quantum_Mechanics/09._The_Hydrogen_Atom/The_Schrodinger_Wave_Equation_for_the_Hydrogen_Atom](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_(Physical_and_Theoretical_Chemistry)/Quantum_Mechanics/09._The_Hydrogen_Atom/The_Schrodinger_Wave_Equation_for_the_Hydrogen_Atom)
- CK-12 Foundation. (s.f.). *Bohr's Atomic Model*. CK-12.
<https://www.ck12.org/c/chemistry/bohrs-model/lesson/Bohrs-Atomic-Model-CHEM/>
- Consejo de Seguridad Nuclear. (s.f.). *La energía nuclear*. <https://www.csn.es/la-energia-nuclear>
- Consejo de Seguridad Nuclear. (s.f.). *La radiación y sus aplicaciones*. <https://www.csn.es/la-radiacion-y-sus-aplicaciones>
- Departamento de Química Inorgánica. (s.f.). *Tema 1: Estructura atómica y enlace químico* [Archivo PDF]. Universidad de Granada.
https://www.ugr.es/~funicut/Doc/Quimica/Tema_1_Web.pdf
- Equipo editorial, Etecé. (2021, 5 de agosto). *Modelo Atómico de Rutherford*. Caracteristicas.co.
<https://www.caracteristicas.co/modelo-atomico-de-rutherford/>
- Equipo editorial, Etecé. (2021, 5 de agosto). *Teoría Atómica*. Humanidades.com.
<https://humanidades.com/teoria-atmica/>
- Equipo editorial, Etecé. (2024, 24 de enero). *Átomo*. Concepto.de. <https://concepto.de/atomo/>
- Euston96. (2024, 15 de marzo). *Modelo atómico de Bohr*. <https://www.euston96.com/modelo-atomico-de-bohr/>

- Foro Nuclear. (s.f.). *¿Qué aplicaciones tiene la tecnología nuclear?*. <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/que-aplicaciones-tiene-la-tecnologia-nuclear/>
- Foro Nuclear. (s.f.). *¿Qué son los isótopos?*. <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-fisica-nuclear/que-son-los-isotopos/>
- Gobierno Regional La Libertad. (2022, 17 de mayo). *Evolución del modelo atómico*. Gob.pe. <https://www.gob.pe/institucion/regionlalibertad/informes-publicaciones/3233306-evolucion-del-modelo-atomico>
- Grau, A. (2023, 26 de mayo). *¿Qué es un átomo y cuáles son sus partes?*. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/atomo-que-es-y-cuales-son-sus-partes>
- Iberdrola. (s.f.). *¿Qué es la energía nuclear?*. Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-la-energia-nuclear>
- International Atomic Energy Agency. (2021, 30 de noviembre). *¿Qué son los isótopos?*. IAEA.org. <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-son-los-isotopos>
- International Atomic Energy Agency. (2022, 19 de abril). *¿Qué son la ciencia y la tecnología nucleares?*. IAEA.org. <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-son-la-ciencia-y-la-tecnologia-nucleares>
- ITER. (s.f.). *ITER in a few lines*. <https://www.iter.org/proj/inafewlines>
- Khan Academy. (s.f.). *The quantum mechanical model of the atom*. Khan Academy. <https://www.khanacademy.org/science/physics/quantum-physics/quantum-numbers-and-orbitals/a/the-quantum-mechanical-model-of-the-atom>
- Lugo, S. L. O., & Montiel, R. F. G. (2014). *El átomo*. Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m4.html>
- Mack, J. (s.f.). *Periodic Properties* [Archivo PDF]. California State University, Sacramento. <https://www.csus.edu/indiv/m/mackj/chem106/PT%20prop%20Handout.pdf>
- Modelo atómico de Schrödinger*. (2023, 3 de noviembre). En Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_at%C3%B3mico_de_Schr%C3%B6dinger
- Pérez, M. G. G. (2014). *Modelos atómicos*. Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m14.html>
- Rincón Educativo. (2023, 22 de diciembre). *¿Qué es la Física Atómica y cuáles son sus

aplicaciones?*

<https://rinconeducativo.org/es/recursos-educativos/que-es-la-fisica-atmica-y-cuales-son-sus-aplicaciones/>

- The Editors of Encyclopaedia Britannica. (2023, 27 de septiembre). *Bohr model*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/Bohr-model>
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. (2023, 28 de noviembre). *Atomic nucleus*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/atomic-nucleus>