

## Una fuente infinita de energía en una escala mínima; representación artística de la energía, la inestabilidad atómica y la búsqueda humana de lo imposible

Julieta Mariana Muñoz-Morales<sup>1</sup> **iD**, Luisa Renata López-Lobato<sup>1,2</sup> **iD**, Jesús Muñoz-Rojas<sup>1</sup> **iD**, Ma Dolores Castañeda-Antonio<sup>1</sup> **iD**, Ximena Gordillo-Ibarra<sup>3\*</sup> **iD**, Jesús Mauricio Muñoz-Morales<sup>3\*\*</sup> **iD**

<sup>1</sup>Grupo “Ecology and Survival of Microorganisms”, Laboratorio de Ecología Molecular Microbiana, Centro de Investigaciones en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. <sup>2</sup>Licenciatura en Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. <sup>3</sup>Alianzas y Tendencias BUAP, Puebla, México.

Email de autores para correspondencia: \*[ximena.gordillo@aytbuap.mx](mailto:ximena.gordillo@aytbuap.mx); \*\*[mauricio.munoz@aytbuap.mx](mailto:mauricio.munoz@aytbuap.mx)

**Recibido:** 15 junio 2026. **Aceptado:** 30 junio 2026

### RESUMEN

Desde una perspectiva onírica y simbólica, la posibilidad de contener una fuente de energía infinita dentro de una estructura de dimensiones minúsculas es parte de la imaginación, lo cual fue plasmado usando arte digital en la portada de Alianzas y Tendencias BUAP 11(42). La propuesta parte de una realidad fundamental de la naturaleza: los átomos, que constituyen la materia y, en consecuencia, forman parte esencial de todo aquello que conocemos como existencia. Algunos de sus núcleos, particularmente aquellos correspondientes a determinados isótopos radiactivos, presentan inestabilidad y tienden a transformarse hacia estados de mayor estabilidad mediante procesos que implican la liberación de energía. La humanidad ha aprendido progresivamente a comprender, controlar y utilizar parte de esta energía, aunque también ha reconocido sus riesgos y limitaciones. En la portada se plasman estos conceptos científicos en un lenguaje visual en el que la inestabilidad nuclear se convierte en metáfora de una fuerza extraordinaria contenida en una escala diminuta, planteando así una reflexión sobre la antigua aspiración humana de encontrar una fuente energética ilimitada, aun cuando la propia naturaleza nos recuerda que nada conocido es verdaderamente infinito.

**Palabras clave:** arte digital; energía nuclear; radiactividad; átomo; materia; energía; ciencia y arte; representación simbólica; sostenibilidad.

### ABSTRACT

From a dreamlike and symbolic perspective, the possibility of containing an infinite source of energy within a structure of microscopic dimensions belongs to the realm of imagination, an idea portrayed

through digital art on the cover of Alianzas y Tendencias BUAP 11(42). The concept is rooted in a fundamental reality of nature: atoms, which constitute matter and, consequently, form an essential part of everything we know as existence. Some atomic nuclei, particularly those corresponding to certain radioactive isotopes, are unstable and tend to transform into more stable states through processes that involve the release of energy. Humanity has progressively learned to understand, control, and harness part of this energy, while also recognizing its risks and limitations. The cover translates these scientific concepts into a visual language in which nuclear instability becomes a metaphor for an extraordinary force contained within a minuscule scale. In doing so, it invites reflection on the ancient human aspiration to discover an unlimited source of energy, even as nature itself reminds us that nothing known to us is truly infinite.

**Keywords:** digital art; nuclear energy; radioactivity; atom; matter; energy; science and art; symbolic representation; sustainability.

## INTRODUCCIÓN

Desde las primeras civilizaciones, la humanidad ha buscado fuentes de energía capaces de transformar su entorno y ampliar sus posibilidades de supervivencia y desarrollo [1]. El dominio progresivo del fuego, la utilización de la energía hidráulica y eólica, los combustibles fósiles y, posteriormente, la energía nuclear, constituyen diferentes etapas de esta búsqueda [2–4]. En cada una de ellas, la energía disponible ha representado simultáneamente una posibilidad de progreso y una fuente de nuevos riesgos [5, 6].

¿sería posible contener una fuente de energía extraordinariamente poderosa dentro de una estructura de dimensiones minúsculas? (Figura 1). La pregunta pertenece al territorio de lo onírico, pues parte de una aspiración humana difícil de conciliar con nuestra comprensión del universo: la existencia de una fuente de energía

infinita [7].

Tomando como punto de partida al átomo, una estructura extraordinariamente pequeña que, sin embargo, constituye uno de los fundamentos de la materia [8, 9]. En determinados isótopos, la inestabilidad de sus núcleos conduce a transformaciones espontáneas acompañadas por la liberación de energía [10, 11]. Esta característica, estudiada por la física nuclear, ha permitido desarrollar tecnologías capaces de aprovechar una fracción de esa energía [12, 13].

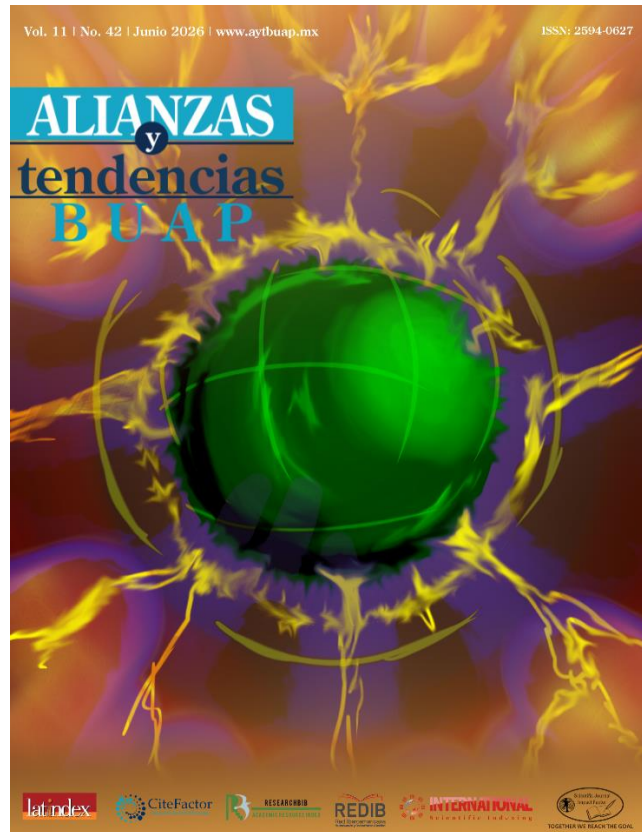
## Componentes principales del átomo

Un átomo está constituido por un núcleo central, extremadamente pequeño y denso, rodeado por una distribución de electrones [14]. El núcleo contiene protones, partículas con carga eléctrica positiva, y neutrones, que carecen de carga eléctrica neta. El número de

protones determina la identidad del elemento químico, mientras que el número de neutrones puede variar entre átomos del mismo elemento, dando origen a los isótopos [15].

Los protones desempeñan una función fundamental en la identidad de la materia [16]. Su número define el número atómico y,

consecuentemente, el elemento al que pertenece el átomo. Aunque poseen carga positiva y deberían experimentar repulsión electrostática entre sí, permanecen confinados dentro del núcleo debido a la interacción nuclear fuerte [17]. Los protones no son partículas elementales: están constituidos por quarks, específicamente dos quarks *up* y uno *down* [18].



**Figura 1.** Una fuente infinita en una escala mínima. Representación artística de una fuente de poder infinita contenida en una escala minúscula, basada en la inestabilidad atómica de ciertos isótopos radiactivos y de la realidad de que los átomos son la base de la materia, así como de la existencia. La idea es onírica, porque es una ley universal que nada es infinito. Sin embargo, es una idea que a muchos nos gustaría encontrar. Una estructura diminuta con la capacidad de entregar grandes cantidades de energía. La obra se centra en la inestabilidad de un átomo, sabiendo que los isótopos liberan energía, buscando estabilidad. La humanidad con el tiempo ha aprendido a canalizar esa energía, así como sus riesgos y limitaciones. Los destellos amarillos simbolizan una descarga de energía, intensa y peligrosa. Los tonos morados representan la corrupción del núcleo, un núcleo que ha perdido su armonía, una alteración provocada. Los rayos dirigidos referencian el camino que ha tomado la humanidad para alcanzar esta energía, estos rayos van dirigidos a unas glándulas, que representan lo vivo, así como a la humanidad y de cómo se logró canalizar esta energía.

Los neutrones contribuyen principalmente a la masa y a la estabilidad del núcleo [19]. Su ausencia de carga eléctrica permite que participen en la estructura nuclear sin incrementar la repulsión electrostática entre protones. La proporción entre protones y neutrones es particularmente importante para determinar la estabilidad de un núcleo [20]. Cuando determinadas configuraciones nucleares son inestables, pueden producirse transformaciones radiactivas [21].

Los electrones poseen carga negativa y se encuentran asociados al núcleo mediante la interacción electromagnética [22]. Su distribución determina gran parte de las propiedades químicas de los elementos y permite la formación de enlaces entre átomos. A diferencia de protones y neutrones, los electrones son considerados partículas elementales dentro del Modelo Estándar [23].

Desde una perspectiva energética, el núcleo constituye el elemento central, aquí se encuentran los protones y los neutrones; que son fundamentales para la estabilidad del átomo y para las reacciones nucleares que dan lugar a la energía liberada en procesos como la fusión nuclear en estrellas [24] (Tabla 1). Los protones

y neutrones están ligados mediante interacciones nucleares y el núcleo puede almacenar una cantidad considerable de energía asociada con su estructura [17, 25]. En determinadas transformaciones nucleares, como la fisión, la reorganización del núcleo conduce a productos más ligados y se libera una cantidad importante de energía [26]. En los reactores nucleares, por ejemplo, la fisión de núcleos como el uranio-235 genera calor que posteriormente puede transformarse en electricidad [27].

No es correcto decir que cada componente del átomo libera energía de manera equivalente, porque el átomo está constituido por partículas y estructuras con propiedades físicas distintas (Tabla 1). Cada una puede participar en procesos energéticos diferentes, pero eso no significa que todas liberen la misma cantidad de energía ni que lo hagan mediante el mismo mecanismo. La fuente de la energía nuclear representada debe asociarse fundamentalmente con la estructura y transformación del núcleo atómico [25], mientras que los electrones representan principalmente la dimensión química y electromagnética de la materia [28].

**Tabla 1.** Componentes principales del átomo y su relación con la energía.

| Com-<br>ponente | Ubicación/<br>naturaleza                                 | Función principal                                                                                                          | ¿Se ha utilizado para liberar energía?                                                                                                 | Referencia |
|-----------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Protón</b>   | Núcleo;<br>carga<br>positiva;<br>compuesto<br>por quarks | Determina el<br>número atómico y,<br>por tanto, la<br>identidad del<br>elemento; participa<br>en la estabilidad<br>nuclear | Sí, indirectamente. Los protones forman parte de los núcleos cuya transformación en procesos de fisión o fusión puede liberar energía. | [29]       |

| Com-ponente     | Ubicación/naturaleza                                  | Función principal                                                                            | ¿Se ha utilizado para liberar energía?                                                                                                                                                                              | Referencia |
|-----------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Neutrón</b>  | Núcleo; sin carga eléctrica; compuesto por quarks     | Contribuye a la masa y estabilidad nuclear; su número determina el isótopo                   | Sí, directamente en la fisión. Un neutrón puede iniciar la fisión de ciertos núcleos, como el U-235, generando energía y nuevos                                                                                     | [30]       |
| <b>Electrón</b> | Nube electrónica alrededor del núcleo; carga negativa | Determina gran parte de las propiedades químicas y participa en los enlaces entre átomos     | Sí, pero por mecanismos no nucleares. La energía química y eléctrica puede involucrar electrones, pero no constituye la fuente de la energía liberada en la fisión nuclear                                          | [31]       |
| <b>Quarks</b>   | Interior de protones y neutrones                      | Constituyen la estructura interna de los nucleones y están ligados por la interacción fuerte | No de forma tecnológica directa en la generación convencional de energía. Su energía de confinamiento forma parte de la estructura de los nucleones, pero no es la fuente que se explota en los reactores de fisión | [32]       |

### El átomo como origen simbólico de la materia

La elección del átomo como elemento central de la composición responde a su importancia fundamental en nuestra concepción de la materia [33]. Aunque el conocimiento científico contemporáneo ha demostrado que los átomos están constituidos por partículas subatómicas y que la materia posee niveles de organización aún más profundos, el átomo continúa siendo una representación de la unidad elemental a partir de la cual se construye el mundo material que experimentamos [33–35].

Esta característica adquiere una dimensión filosófica dentro de la figura de la portada de Alianzas y Tendencias BUAP 11(42) (Figura 1). Una estructura aparentemente insignificante puede contener procesos capaces de producir transformaciones extraordinarias. La contradicción entre pequeña escala y enorme potencial energético constituye uno de los ejes

conceptuales de la representación. La imagen propone así una inversión de nuestra percepción cotidiana: aquello que parece diminuto no necesariamente posee una importancia diminuta. La escala deja de ser una medida de poder y se convierte en una metáfora de la profundidad de la naturaleza.

### Inestabilidad nuclear y liberación de energía

La representación se fundamenta en el concepto de inestabilidad nuclear [36]. Algunos núcleos atómicos poseen configuraciones que no son estables y pueden transformarse mediante procesos radiactivos [37]. Durante estas transformaciones pueden liberarse partículas y energía, mientras el núcleo evoluciona hacia configuraciones más estables [38].

El núcleo representado no aparece como una estructura perfectamente equilibrada, sino como un sistema alterado, dinámico y

energético. Los tonos morados simbolizan precisamente esta pérdida de armonía nuclear, entendida artísticamente como una perturbación de la organización interna. El morado funciona, por tanto, como una representación de la corrupción o alteración del núcleo. No se utiliza aquí el concepto de corrupción en sentido moral, sino como una metáfora visual de una estructura que ha abandonado su estado de equilibrio y se encuentra en proceso de transformación.

La figura 1 no pretende representar literalmente un reactor nuclear ni reproducir un modelo físico específico. Su propósito es transformar conceptos científicos en símbolos visuales y establecer un diálogo entre la precisión de la ciencia y la libertad interpretativa del arte [39].

Por otro lado, los destellos amarillos constituyen uno de los elementos visuales más importantes de la figura 1. Representan la energía liberada durante la transformación del sistema atómico [40]. El amarillo fue elegido por su asociación con la intensidad, la luminosidad y la advertencia [41, 42]. La energía no aparece como un fenómeno completamente benigno; por el contrario, su luminosidad contiene simultáneamente fascinación y peligro. Esta dualidad es fundamental para comprender la relación histórica de la humanidad con la energía nuclear [26]. La misma capacidad de liberar enormes cantidades de energía que representa una oportunidad tecnológica también implica riesgos asociados con la radiación [6], los materiales radiactivos, los accidentes y la gestión de residuos [43].

Por ello, el brillo amarillo puede interpretarse desde dos perspectivas: como símbolo del poder energético de la materia y como advertencia sobre las consecuencias de intentar dominar fuerzas naturales de enorme magnitud [43, 44].

### Los rayos dirigidos y la intervención humana

Los rayos que emergen del núcleo constituyen una representación simbólica del camino recorrido por la humanidad para comprender y canalizar la energía contenida en la materia [45]. En la composición, estos rayos no se dispersan completamente al azar. Su direccionalidad representa la intervención humana: observar, comprender, experimentar, controlar y finalmente utilizar fenómenos naturales para satisfacer necesidades energéticas [46, 47].

La dirección también expresa una transformación conceptual. La energía deja de ser únicamente un fenómeno natural y se convierte en un fenómeno mediado por el conocimiento y la tecnología [48].

Esta interpretación permite incorporar una reflexión sobre la relación entre ciencia y sociedad. El conocimiento científico no solamente revela cómo funciona la naturaleza; también proporciona herramientas mediante las cuales las sociedades pueden modificar su relación con ella [49]. Sin embargo, la capacidad de intervenir implica necesariamente responsabilidad.

## Energía, vida y las estructuras glandulares

Uno de los elementos más simbólicos de la obra de la portada es la presencia de estructuras semejantes a glándulas hacia las cuales se dirigen los rayos energéticos. Las glándulas son estructuras especializadas del organismo cuya función principal es producir y liberar sustancias que el cuerpo necesita para funcionar [50, 51]. Estas sustancias pueden ser hormonas, enzimas, sudor, saliva, lágrimas, moco, entre otras. Podemos clasificarlas en endócrinas y exocrinas [52]. Las glándulas endócrinas no tienen conductos y liberan hormonas directamente al torrente sanguíneo [53]. Por ejemplo, la tiroides produce tiroxina (T4) y triyodotironina (T3), que participan en la regulación del metabolismo [54]. Las glándulas exocrinas en general poseen un conducto que lleva la secreción hasta su sitio de acción [51]. Por ejemplo, las glándulas salivales producen saliva y la vierten en la boca [55]. Hay además órganos que tienen función endocrina y exocrina simultáneamente. El ejemplo clásico es el páncreas [56], como glándula exocrina, produce enzimas digestivas que llegan al intestino y como glándula endocrina, produce hormonas como insulina y glucagón, que pasan a la sangre.

En la figura 1, las glándulas representan lo vivo, su incorporación establece un puente entre la escala atómica y la escala biológica: desde el núcleo de un átomo hasta los organismos complejos. Esta relación permite interpretar la energía como un elemento transversal de la existencia [57]. La vida depende de transformaciones energéticas constantes y de

complejas redes de intercambio de materia y energía [58]. Desde esta perspectiva, el átomo no es una entidad aislada, sino que forma parte de una continuidad que conecta la materia, la energía y los sistemas vivos.

Los rayos que alcanzan las estructuras glandulares representan la capacidad de la humanidad para transformar formas de energía presentes en la naturaleza y ponerlas al servicio de sistemas biológicos, tecnológicos y sociales.

## La búsqueda de una fuente de energía infinita

El concepto central de la obra es deliberadamente utópico: una fuente de energía aparentemente infinita contenida en una escala mínima. Esta idea puede entenderse como una expresión de uno de los deseos recurrentes de la humanidad: disponer de energía abundante, accesible y permanente [59]. Una fuente de este tipo modificaría profundamente nuestra relación con la tecnología, la producción, el transporte y el desarrollo social [7].

Sin embargo, se introduce deliberadamente una contradicción. La naturaleza conocida no proporciona evidencia de una fuente de energía infinita. La representación, por tanto, no pretende afirmar la existencia de tal fuente, sino explorar visualmente el deseo humano de encontrarla. El carácter onírico permite imaginar aquello que la realidad física limita. El arte puede construir escenarios que no necesitan existir para ser intelectualmente significativos [60]. En este caso, la estructura diminuta que concentra una cantidad extraordinaria de

energía funciona como una metáfora de nuestra aspiración permanente por superar las limitaciones naturales.

### **Ciencia y arte como formas complementarias de exploración**

La idea surge de la convergencia entre conocimiento científico e imaginación artística, tal como se ha plasmado en otros trabajos [61, 62]. La ciencia proporciona los conceptos de átomo, núcleo, estabilidad, radiactividad y energía [21, 34]; el arte transforma esos conceptos en formas, colores, contrastes y símbolos [41, 63].

Esta interacción no implica convertir el arte en una ilustración científica. Por el contrario, la obra utiliza conceptos científicos como materia prima para generar una interpretación abierta [61]. La ciencia pregunta cómo funciona la naturaleza; el arte puede preguntar qué significa para nosotros aquello que descubrimos sobre ella. De esta forma, la representación propone una reflexión sobre nuestra posición frente al universo. Somos organismos constituidos por materia y dependemos de múltiples transformaciones energéticas, pero también somos capaces de estudiar esas transformaciones, representarlas y utilizarlas tecnológicamente.

### **Escala, energía y existencia**

Uno de los contrastes fundamentales de la obra es la relación entre escala y poder. La fuente imaginada es extremadamente pequeña, pero su

capacidad energética es extraordinaria. Este contraste refleja una característica fascinante del universo: fenómenos que ocurren en escalas que escapan a nuestra percepción cotidiana pueden tener consecuencias observables a escalas enormes [64]. Esta relación sugiere que nuestra percepción del mundo está limitada por nuestros sentidos y por nuestra escala corporal. Lo microscópico puede contener procesos capaces de transformar sistemas macroscópicos [65]. El átomo se convierte entonces en una especie de representación de la existencia misma: pequeño en dimensiones, pero fundamental en sus consecuencias.

### **CONCLUSIONES**

La obra “Una fuente infinita en una escala mínima” propone una interpretación artística de la relación entre materia, energía, inestabilidad nuclear, conocimiento científico y existencia.

A partir de la representación de un núcleo atómico alterado, la composición transforma la inestabilidad nuclear en una metáfora visual de una enorme fuente energética. Los tonos morados representan la pérdida de armonía del núcleo; los destellos amarillos simbolizan la liberación intensa y potencialmente peligrosa de energía; mientras que los rayos dirigidos representan el conocimiento y la capacidad tecnológica desarrollada por la humanidad para canalizar las fuerzas de la naturaleza. La incorporación de estructuras glandulares extiende la interpretación desde la materia hacia la vida, sugiriendo una continuidad simbólica entre los componentes fundamentales del

universo y los sistemas biológicos. Finalmente, la fuente de energía infinita constituye deliberadamente una paradoja. Sabemos que nuestra comprensión de la naturaleza no sustenta la existencia de una fuente energética infinita; sin embargo, la imaginación humana continúa construyendo escenarios en los que las limitaciones desaparecen. En este sentido, no se pretende demostrar que lo imposible pueda existir, sino explorar por qué seguimos soñando con ello. La representación artística convierte así una imposibilidad física en una posibilidad conceptual. El átomo deja de ser únicamente una unidad de materia y se transforma en símbolo de una pregunta más amplia: ¿cuánta energía, conocimiento y potencial puede contener aquello que aparentemente es insignificante? Quizá la búsqueda de una fuente infinita de energía sea, en última instancia, una metáfora de la propia búsqueda humana por comprender y trascender los límites de su existencia.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no tienen ningún conflicto de interés con el contenido del manuscrito.

## AGRADECIMIENTOS

A la VIEP-BUAP por el apoyo para llevar a cabo nuestras investigaciones. También agradecemos a la Dirección Internacionalización de la Investigación de la BUAP, quienes amablemente nos apoyan para que el conocimiento rebase las fronteras nacionales. Jesús Muñoz-Rojas y Ma Dolores

Castañeda Antonio pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras por lo que agradecen a la SECIHTI por el apoyo otorgado.

## REFERENCIAS

- [1]. Vlachogianni T, Valavanidis A. Energy and Environmental Impact on the Biosphere Energy Flow , Storage and Conversion in Human Civilization. Am J Educ Res. 2013;1(3):68–78. Disponible en: <https://pubs.sciepub.com/education/1/3/2/index.html>
- [2]. Majeed Y, Khan MU, Waseem M, Zahid U, Mahmood F, Majeed F, *et al*. Renewable energy as an alternative source for energy management in agriculture. Energy Reports. 2023;10:344–59. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484723010521>
- [3]. Sørensen B. A history of renewable energy technology. Energy Policy. 1991;19(1):8–12. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/030142159190072V>
- [4]. Şahin AD. Progress and recent trends in wind energy. Prog Energy Combust Sci. 2004;30(5):501–43. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360128504000371>
- [5]. Escribano Francés G, Marín-Quemada JM, San Martín González E. RES and risk: Renewable energy's contribution to energy security. A portfolio-based approach. Renew

Sustain Energy Rev. 2013;26:549–59.  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032113003924>

[6]. Pearce JM. Limitations of Nuclear Power as a Sustainable Energy Source. Sustainability. 2012; 4(6): 1173–87. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/4/6/1173>

[7]. Pertiwi A, Harjanto R, Kartini E. Infinite Energy Creates Better Life. IOP Conf Ser Mater Sci Eng. 2019;553(1):12064. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/553/1/012064>

[8]. Sharma VS. The Origin of Matter, Antimatter, and Fundamental Forces: How Protons, Electrons, and Hydrogen Formed. 2026. p. 1–75. Disponible en: <https://vijayshankarsharma.com/papers/p16/the-origin-of-matter-antimatter-and-fundamental-forces-how-protons-electrons-and-hydrogen-formed.php>

[9]. Gao J, Luo X, Fang F, Sun J. Fundamentals of atomic and close-to-atomic scale manufacturing: a review. Int J Extrem Manuf. 2022;4(1):12001. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2631-7990/ac3bb2>

[10]. Madland DG. Total prompt energy release in the neutron-induced fission of <sup>235</sup>U, <sup>238</sup>U, and <sup>239</sup>Pu. Nucl Phys A. 2006;772(3):113–37. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0375947406001503>

[11]. Timmes FX, Hoffman RD, Woosley SE. An Inexpensive Nuclear Energy Generation

Network for Stellar Hydrodynamics. Astrophys J Suppl Ser. 2000;129(1):377. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/313407>

[12]. Broeders CHM, Kieffer E, Wiese HW. Burning transuranium isotopes in thermal and fast reactors. Nucl Eng Des. 2000;202(2):157–72. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0029549300003411>

[13]. Ren X, Han Y, Deng Y, Sun H, Wu J, Lan Y, *et al*. Overview of the recovery and purification of hydrogen isotopes in fusion fuel cycles. Int J Hydrogen Energy. 2025;116:73–91. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319925011747>

[14]. Solbes J, Silvestre V, Furió C. El desarrollo histórico de los modelos de átomo y enlace químico y sus implicaciones didácticas. Didáctica las Ciencias Exp y Soc. 2010;24:83–105. Disponible en: <https://turia.uv.es/index.php/dces/es/article/view/2402>

[15]. Guerrero R, Berlanga M. Isótopos estables: Fundamento y aplicaciones. Actual SEM. 2000; 30: 17–23. Disponible en: [http://crinoidea.semicrobiologia.org/pdf/actualidad/SEM30\\_17.pdf](http://crinoidea.semicrobiologia.org/pdf/actualidad/SEM30_17.pdf)

[16]. Peralta Fabi R. Los átomos ¿Una ingeniosa hipótesis?. Ciencias. 2002;67:52–5. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/644/64406708.pdf>

[17]. Schmidt A, Pybus JR, Weiss R, Segarra

EP, Hrnjic A, Denniston A, *et al*. Probing the core of the strong nuclear interaction. *Nature*. 2020; 578(7796): 540–4. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2021-6>

[18]. Perez E, Rizvi E. The quark and gluon structure of the proton. *Reports Prog Phys*. 2013;76(4):46201. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0034-4885/76/4/046201>

[19]. Brown LM. The idea of the neutrino. *Phys Today*. 1978;(September):23–8. Disponible en: <https://physicstoday.aip.org/features/the-idea-of-the-neutrino>

[20]. Cejudo Espinosa E, de Gante Ayora F, Ortega Camacho D. Isótopos: las huellas digitales de los átomos. *EcoFronteras*. 2022;26:27–31. Disponible en: <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/2071>

[21]. Pfützner M, Karny M, Grigorenko LV, Riisager K. Radioactive decays at limits of nuclear stability. *Rev Mod Phys*. 2012 Apr 30;84(2):567–619. Disponible en: <https://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.84.567>

[22]. Kamal A. Electromagnetic Interactions. In: Kamal A, editor. *Particle Physics*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 347–79. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-38661-9\\_6](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-38661-9_6)

[23]. Weinberg S. The making of the Standard Model. *Eur Phys J C - Part Fields*. 2004;34(1):5–13. Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1140/epjc/s2004-01761-1>

[24]. Laia A. Núcleo Atómico: Estructura, Interacción y Energía. *BITCIENCIA*. 2026. Disponible en: <https://bitciencia.com/nucleo-atómico-estructura-interaccion-energia/>

[25]. Podgoršak EB. Interactions of Neutrons with Matter. In: Podgorsak EB, editor. *Radiation Physics for Medical Physicists*. Cham: Springer International Publishing; 2016. p. 429–50. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-25382-4\\_9](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-25382-4_9)

[26]. Marques JG. Evolution of nuclear fission reactors: Third generation and beyond. *Energy Convers Manag*. 2010;51(9):1774–80. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890410000531>

[27]. Zacarias Mesquita A. A little about nuclear fusion. *Brazilian J Radiat Sci*. 2025;12(4B (Suppl.)):1–20. <https://bjrs.org.br/revista/index.php/REVISTA/es/article/view/2509>

[28]. Zel'dovich YB. Interaction of free electrons with electromagnetic radiation. *Sov Phys Uspekhi*. 1975;18(2):79. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1070/PU1975v018n02ABEH001947>

[29]. Jepeal SJ, Snead L, Hartwig ZS. Intermediate energy proton irradiation: Rapid, high-fidelity materials testing for fusion and fission energy systems. *Mater Des*. 2021;200:109445. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/>

[pii/S0264127520309813](https://doi.org/10.1134/S1063780X1004001X)

[30]. Kuteev B V, Goncharov PR, Sergeev VY, Khripunov VI. Intense fusion neutron sources. Plasma Phys Reports. 2010;36(4):281–317. Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1134/S1063780X1004001X>

[31]. Badwal SP, Giddey SS, Munnings C, Bhatt AI, Hollenkamp T. Emerging electrochemical energy conversion and storage technologies. Front Chem. 2014; 2: fchem.2014.00079. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/chemistry/articles/10.3389/fchem.2014.00079/full>

[32]. Collaboration D. Energy dependence of the differences between the quark and gluon jet fragmentation. Zeitschrift für Phys C Part Fields. 1996;70(2):179–95. <https://link.springer.com/article/10.1007/s002880050095>

[33]. Escultura EE. Qualitative model of the atom, its components and origin in the early universe. Nonlinear Anal Real World Appl. 2010;11(1):29–38. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1468121808002423>

[34]. Bailey J. History of the Atom, 1803–1932. In: Bailey J, editor. Inventive Geniuses Who Changed the World: Fifty-Three Great British Scientists and Engineers and Five Centuries of Innovation. Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 173–201. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-81381-9>

[35]. Kurz DL, Bedin E, Dal-Farra RA. The

history of the evolution of atomic models from the perspective of the New High School. Rev Ensino Ciencias e Mat. 2023;14(2):1–23. Disponible en:

<https://doaj.org/article/0db5c956aa6f4518bc34516147dd7d38>

[36]. Tanihata I. Unstable nuclei reveal the need for a complete theory of the nucleus. Phys World. 1999;12(12):22. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2058-7058/12/12/5/pdf>

[37]. Timashev SF. Radioactive decay as a forced nuclear chemical process: Phenomenology. Russ J Phys Chem A. 2015;89(11):2072–83. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1134/S0036024415110199>

[38]. Karpov A V, Zagrebaev VI, Martinez Palenzuela Y, Felipe Ruiz L, Greiner W. Decay properties and stability of heaviest elements. Int J Mod Phys E. 2012 Feb 1;21(02):1250013. Disponible en: <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0218301312500139>

[39]. Vicente S. Arte y Ciencia Reflexiones en torno a sus relaciones. Huellas. Búsqueda en Arte y Diseño. 2003;3:85–94. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/items/e1130eca-a1a4-45b6-9d01-239015c78ec6>

[40]. Viola VE, Seaborg GT. Nuclear systematics of the heavy elements—II Lifetimes for alpha, beta and spontaneous fission decay. J Inorg Nucl Chem. 1966;28(3):741–61. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/>

[abs/pii/0022190266804128](https://doi.org/10.1016/j.aet.2026.100207)

[41]. Rivera ME. Percepción y significado del color en diferentes grupos sociales. *Comun Vis*. 2001;74–83. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3684094>

[42]. Wang A. Señales y símbolos de seguridad: significados, colores y normas en el lugar de trabajo. *AMBUSAFETY*. 2026. Disponible en:

<https://www.anbusafety.com/es/safety-signs-symbols/>

[43]. Kessides IN. Nuclear power: Understanding the economic risks and uncertainties. *Energy Policy*. 2010;38(8):3849–64. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421510001680>

[44]. Morales-García YE, Muñoz-Méndez H, Castañeda-Antonio MD, Gordillo-Ibarra X, Muñoz-Morales JM. La llama primigenia: representación artística de la transformación energética y el origen del desarrollo humano. *Alianzas y Tendencias BUAP*. 2026;11(41):53–60. Disponible en:

<https://www.aytbuap.mx/aytbuap-1141/la-llama-primigenia>

[45]. Ribeiro da Silva SJA, de B. C. Menezes MÂ, Dutra Neto A. Matter and energy. *Phys Proc*. 2020;1(1):17–20. Disponible en:

<https://econtents.sbu.unicamp.br/eventos/index.php/phyproceedings/article/view/3222>

[46]. Chen H, Cong TN, Yang W, Tan C, Li Y, Ding Y. Progress in electrical energy storage system: A critical review. *Prog Nat Sci*. 2009;19(3):291–312. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S100200710800381X>

[47]. Ho M, Obbard E, Burr PA, Yeoh G. A review on the development of nuclear power reactors. *Energy Procedia*. 2019;160:459–66. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610219312834>

[48]. Bilgili M, Ozbek A, Sahin B, Kahraman A. An overview of renewable electric power capacity and progress in new technologies in the world. *Renew Sustain Energy Rev*. 2015;49:323–34. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032115004189>

[49]. Yañez-Meza JL, Alavez-Flores LI, Bustillos-Cristales M del R, Muñoz-Rojas J. Ciencia, energía y sociedad: el conocimiento como motor de transformación para un futuro sostenible. *Alianzas y Tendencias BUAP*. 2026;11(41):i–ix. Disponible en:

<https://www.aytbuap.mx/aytbuap-1141>

[50]. Laurretta R, Sansone A, Sansone M, Romanelli F, Appetecchia M. Endocrine Disrupting Chemicals: Effects on Endocrine Glands. *Front Endocrinol*. 2019; 10: fendo.2019.00178. Disponible en:

<https://www.frontiersin.org/journals/endocrinology/articles/10.3389/fendo.2019.00178/full>

[51]. Khan S, Fitch S, Knox S, Arora R. Exocrine gland structure-function relationships. *Development*. 2022; 149(1): dev197657. Disponible en:

<https://journals.biologists.com/dev/article/149/1/dev197657/273906/Exocrine-gland->

[structure-function-relationships](#)

[52]. Freeman SC, Malik A, Basit H. Physiology, Exocrine Gland. Creighton University School of Medicine: StatPearls Publishing, Treasure Island (FL); 2022. Disponible en:

<https://europepmc.org/article/MED/31194462>

[53]. Hiller-Sturmhöfel S, Bartke A. The endocrine system: an overview. Alcohol Health Res World. 1998;22(3):153–64. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6761896/>

[54]. Al-Suhaimi EA, Khan FA. Thyroid Glands: Physiology and Structure. In: Al-Suhaimi EA, editor. Emerging Concepts in Endocrine Structure and Functions. Singapore: Springer Nature Singapore; 2022. p. 133–60. Disponible en:

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-9016-7\\_5](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-9016-7_5)

[55]. Chibly AM, Aure MH, Patel VN, Hoffman MP. Salivary gland function, development, and regeneration. Physiol Rev. 2022 Mar 28;102(3):1495–552. Disponible en: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physrev.00015.2021>

[56]. Valente R, Coppola A, Scandavini CM, Halimi A, Magnusson A, Lauro A, *et al*. Interactions between the Exocrine and the Endocrine Pancreas. Journal of Clinical Medicine. 2024; 13: 1179. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2077-0383/13/4/1179>

[57]. Cárdenas Montero EF. La Naturaleza de la Existencia. Ibero Ciencias. 2026;5(3 SE-Artículos):1197–219. Disponible en:

<https://doi.org/10.63371/ic.v5.n3.a1473>

[58]. Peretó J. Controversies on the origin of life. Int Microbiol. 2005;8(1):23–31. Disponible en:

[https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1139-67092005000100004&script=sci\\_abstract&tln\\_g=en](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1139-67092005000100004&script=sci_abstract&tln_g=en)

[59]. Mártel I. Las posibilidades de encontrar fuentes de energía limpias, abundantes y gratuitas. Papeles Relac ecosociales y cambio Glob. 2016;134:105–16. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5590384>

[60]. Eisner EW. El papel de las artes en la transformación de la conciencia. In: Educación P, editor. El arte y la creación de la mente. 1st ed. Barcelona: Editorial Planeta, S. A.; 2020. p. 1–40. Disponible en:

<https://archive.org/details/eisner-e.-el-arte-y-la-creacion-de-la-mente.-el-papel-de-las-artes-visuales-en-l>

[61]. Díaz-Chávez MF, Morales-García YE, Muñoz-Rojas J, Bustillos-Cristales M del R, Gordillo-Ibarra X, Muñoz-Morales JM. Habitar lo imposible: terraformación, arte, la imaginación de la trascendencia humana y el rol de los microorganismos. Alianzas y Tendencias BUAP. 2025;10(40):65–81. Disponible en: <https://www.aytbuap.mx/aytbuap-1040/habitar-lo-imposible-terraformacion-arte-la-imaginacion>

[62]. Muñoz-Rojas J, Pineda-Pineda J de J, Muñoz-Morales JM, Castañeda-Antonio MD, Gordillo-Ibarra X, Muñoz-Morales JM. El ojo digital, representación artística de la

hiperconexión y la soledad en la era de la información. Alianzas y Tendencias BUAP. 2025;10(39):50–9. Disponible en:

<https://www.aytbuap.mx/aytbuap-1039/el-ojo-digital-representacion-artistica>

[63]. Steinmann M. Objetos como símbolos: narrativa y cultura en la construcción de atmósferas en dirección de arte. Espac Diseño. 2025;7:82–5. Disponible en:

<https://espaciodesenoojs.xoc.uam.mx/index.php/espaciodeseno/article/view/2700>

[64]. Bechtle P, Bernlochner F, Dreiner H, Hanhart C, Jochum J, Pretz J, *et al*. Connecting the Smallest to the Largest Scales in the Universe. In: Bechtle P, Bernlochner F, Dreiner H, Hanhart C, Jochum J, Pretz J, *et al.*, editors.

Fascinating Particle Physics: Quarks, Neutrinos, the Higgs Boson and the Riddles of the Universe. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2025. p. 327–48. Disponible en:

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-72044-8\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-72044-8_12)

[65]. Vauclair S. From microscopic to macroscopic processes: hydrodynamical consequences of atomic diffusion. Eur Astron Soc Publ Ser. 2013/12/19. 2013;63:233–41. Disponible en:

<https://www.eas-journal.org/articles/eas/abs/2013/05/eas1363027/eas1363027.html>