

DE LA ALQUIMIA A LA FÍSICA CUÁNTICA: CERN TRANSFORMÓ PLOMO EN ORO ⁶

Resumen: En este artículo se aborda un descubrimiento realizado en el experimento ALICE del CERN, donde se logró la transmutación de plomo en oro mediante colisiones de alta energía. Más allá del impacto simbólico, este hallazgo permite comprender mejor la formación de elementos pesados en el universo y los procesos de transformación nuclear. Además, ofrece una interesante conexión entre antiguos ideales alquímicos y los avances de la física moderna.

Palabras clave: Transmutación, ALICE, Colisionador de Hadrones, Física nuclear, Alquimia.

Introducción

Desde la antigüedad, la humanidad ha soñado con convertir metales comunes en oro. Este anhelo —impulsado tanto por la codicia como por la curiosidad— dio origen a la alquimia, una proto-ciencia que combinaba elementos de la química, la filosofía y la espiritualidad. Uno de los principales objetivos de los alquimistas era descubrir la legendaria Piedra Filosofal, una sustancia mítica que, según creían, podía transmutar metales ordinarios en oro y conferir la inmortalidad.

Aunque la alquimia fue desplazada por la química moderna, su espíritu sigue vivo en la ciencia actual, como lo demuestra un logro reciente en el CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear, el mayor laboratorio de física de partículas del mundo). En mayo de 2025, un grupo de físicos consiguió lo que durante siglos pareció imposible: observar la conversión de plomo en oro en el experimento ALICE del Gran Colisionador de Hadrones (LHC).

El Gran Colisionador de Hadrones (LHC): Una maravilla de la ingeniería moderna

Desde el 2008, el LHC es el acelerador de partículas más poderoso del mundo. Se

trata de un anillo de casi 27 kilómetros de longitud que se encuentra a unos 175 metros bajo tierra al noroeste de Ginebra, en la frontera entre Suiza y Francia.



Figura 1. El recorrido de 27 kilómetros de circunferencia del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) puede trazarse desde el cielo, marcando una trayectoria semicircular entre Suiza y Francia. Esta imagen permite dimensionar la magnitud de una de las instalaciones científicas más ambiciosas jamás construidas (Westport Library,s.f.).

La función principal del LHC es acelerar haces de partículas cargadas —como protones— en direcciones opuestas hasta alcanzar velocidades cercanas a la de la luz. Estas partículas circulan en tubos de vacío extremo y son guiadas por potentes electroimanes superconductores que operan a $-271,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, gracias a un sistema de enfriamiento con helio líquido. Al colisionar entre sí, estas partículas liberan enormes cantidades de energía y recrean condiciones similares a las que existieron instantes después del Big Bang, lo que permite a los científicos estudiar los componentes fundamentales del universo (Centro Nacional de Física de Partículas, Astropartículas y Nuclear, s. f.).



Figura 2. En este tramo del anillo subterráneo de 27 kilómetros del LHC, se pueden observar los tubos por donde circulan los haces de partículas subatómicas a velocidades cercanas a la luz (LHC Deutschland, s. f.).

¿Qué es el experimento ALICE?

ALICE (A Large Ion Collider Experiment) es uno de los ocho grandes detectores del LHC. Tiene una estructura cilíndrica de aproximadamente 16 metros de largo por 16 metros de diámetro, y ha sido diseñado específicamente para estudiar las colisiones de iones pesados como el plomo, creando temperaturas que pueden superar en más de 100 000 veces la temperatura del centro del Sol. Este fenómeno da lugar a un estado exótico conocido como plasma de quarks y gluones, el estado más elemental conocido de la materia (Romero, 2025).

Aunque el LHC está diseñado principalmente para generar plasma de quarks y gluones mediante colisiones frontales, no todas las interacciones ocurren de esta forma. En muchos casos, los iones de plomo se aproximan sin llegar a chocar directamente, en eventos conocidos como colisiones ultraperiféricas o “rozamientos” (CERN, 2024). En estas interacciones, los intensos campos electromagnéticos pueden inducir la expulsión de partículas subatómicas del núcleo, como protones y neutrones, provocando así una transformación en la materia involucrada.

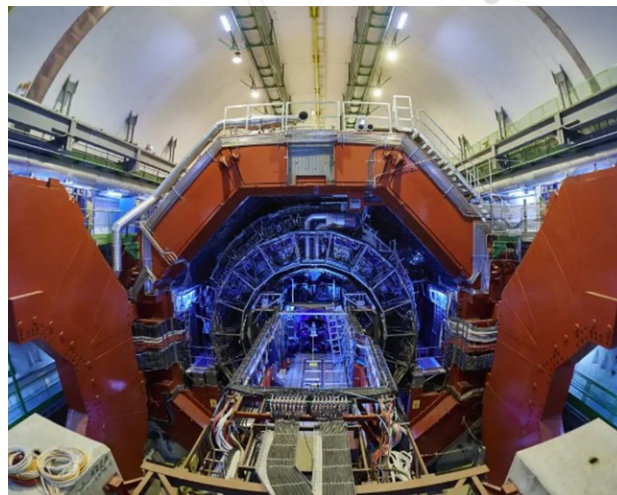


Figura 3. ALICE es uno de los principales detectores del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) del CERN. Con 26 m de diámetro y 16 m de largo, fue diseñado para estudiar colisiones de iones pesados, como el plomo. Está ubicado a 56 metros de profundidad en una gran caverna subterránea, cerca del pueblo de Saint-Genis-Pouilly, en Francia (CERN, 2025).

La Transmutación de oro a partir del plomo

La transmutación es el proceso mediante el cual un elemento químico se transforma en otro al cambiar el número de protones en su núcleo atómico. El plomo tiene 82 protones en su núcleo, mientras que el oro posee 79. Para que ocurra esta transformación, el núcleo debe perder tres protones, algo que puede lograrse mediante procesos de fragmentación nuclear inducidos por colisiones de alta energía (Garay, 2025).

En el experimento con ALICE, los núcleos de plomo son acelerados hasta alcanzar el 99.999993% de la velocidad de la luz y se acercan lo suficiente como para interactuar sin colisionar directamente. Esta colisión ultraperiférica genera pulsos intensos de fotones que excitan el núcleo y provocan la expulsión de partículas subatómicas —en particular, dos neutrones y tres protones—. Como resultado, algunos núcleos de plomo se transforman en núcleos de oro, hecho confirmado por los físicos al detectar átomos de este elemento entre los productos de la colisión (Matson, s. f.).

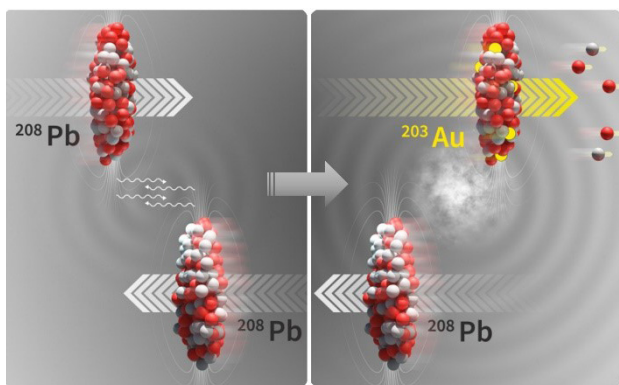


Figura 4. Representación de una colisión ultraperiférica en el LHC: dos haces de iones de plomo (^{208}Pb) pasan muy cerca uno del otro sin colisionar directamente. La intensa interacción de sus campos electromagnéticos provoca la expulsión de dos neutrones y tres protones, transformando el plomo en oro (^{203}Au) (CERN, 2025).

¿Es viable generar oro con ALICE?

Referencias

El equipo ALICE emplea calorímetros de grado cero (ZDC) para contar la cantidad de núcleos de oro generados por segundo. Los resultados indican que actualmente se producen aproximadamente 89.000 núcleos de oro por segundo a partir de colisiones ultraperiféricas entre iones de plomo. Entre 2015 y 2018, ALICE logró generar alrededor de 86 mil millones de núcleos de oro, lo que equivale, en términos de masa, a tan solo 29 picogramos ($2,9 \times 10^{-11}$ g). Esta cantidad es miles de millones de veces menor que la necesaria para fabricar una sola pieza de joyería.

Aunque este experimento logró efectivamente la transmutación de plomo en oro, este proceso no es económicamente viable para fines comerciales puesto la cantidad generada es extremadamente pequeña y, además, los átomos formados se desintegran después de una fracción de segundo. Aun así, el resultado representa un avance científico significativo, demuestra que es posible observar y estudiar transmutaciones nucleares complejas en condiciones de laboratorio, lo que abre nuevas posibilidades en física de partículas, astrofísica y en la comprensión del origen de los elementos (CERN, 2025).

Implicaciones del Experimento de Transmutación en ALICE

La transmutación de plomo en oro lograda en el colisionador ALICE del CERN no se limita a una hazaña técnica: representa un avance clave con repercusiones en diversas áreas del conocimiento. Aunque producir oro a partir del plomo no es viable económicamente, este tipo de experimentos permite explorar fenómenos fundamentales del universo y mejorar herramientas científicas de alto nivel. Según López (2025), entre las implicaciones más relevantes del experimento se encuentran:

- **Astrofísica:** Proporciona datos valiosos sobre la formación de elementos pesados en el universo, al replicar condiciones similares a las de colisiones estelares, como las que ocurren durante la fusión de estrellas de neutrones.
- **Física nuclear:** Ofrece un entorno controlado para estudiar la estabilidad de los núcleos atómicos y los mecanismos de transmutación nuclear inducida.
- **Desarrollo tecnológico:** Impulsa la mejora de aceleradores de partículas y detectores, esenciales no solo para la investigación fundamental, sino también para aplicaciones médicas e industriales.
- **Filosofía de la ciencia:** Invita a reflexionar sobre los límites de lo posible y la transformación del conocimiento científico, superando antiguas ideas alquímicas con evidencia experimental.

¿Es viable generar oro con ALICE?

Referencias

Curiosamente, este logro científico resuena con los ideales de los alquimistas medievales, aunque ellos no contaban con aceleradores de partículas ni teoría cuántica, su búsqueda de la transmutación era, en esencia, una forma de explorar los

secretos de la materia.

Isaac Newton, por ejemplo, dedicó buena parte de su vida al estudio de la alquimia, convencido de que los secretos del universo podían revelarse a través de la transformación de la materia.

Hoy, la ciencia, ha retomado ese camino, pero con herramientas más precisas y un enfoque empírico, la Piedra Filosofal no existe, pero el conocimiento acumulado por siglos nos ha permitido lograr lo que antes era solo un mito

Este logro del CERN no cambiará la economía del oro, pero sí transforma nuestra comprensión del universo. Nos recuerda que los sueños antiguos pueden encontrar su realización en la ciencia moderna, y que la curiosidad humana sigue siendo el motor de los descubrimientos más asombrosos.

Referencias

- CERN. (2025, julio 3). ALICE detects the conversion of lead into gold at the LHC. CERN. <https://home.cern/news/news/physics/alice-detects-conversion-lead-gold-lhc>
- CERN. (2024, 12 agosto). ALICE does the double slit. Recuperado el 23 de julio de 2025, de <https://home.cern/news/news/physics/alice-does-double-slit>
- Centro Nacional de Física de Partículas, Astropartículas y Nuclear (CPAN). (s. f.). El Gran Colisionador de Hadrones (LHC) del CERN. Recuperado el 23 de julio de 2025, de <https://www.i-cpan.es/es/content/el-gran-colisionador-de-hadrones-lhc-del-cern>
- Garay, J. (2025, mayo 9). Físicos logran transformar plomo en oro en el Gran Colisionador de Hadrones. WIRED. <https://es.wired.com/articulos/fisicos-transforman-plomo-en-oro-en-el-gran-colisionador-de-hadrones>
- LHC Deutschland. (s. f.). The Large Hadron Collider (LHC). Recuperado el 23 de julio de 2025, de https://lhc-deutschland.de/lhc_deutschland/index_eng.html
- López, J. C. (2025, mayo 11). La auténtica alquimia la está haciendo el CERN: Ha detectado la transformación de plomo en oro. Xataka. <https://www.xataka.com/investigacion/autentica-alquimia-esta-haciendo-cern-ha-detectado-transformacion-plomo-oro>
- Matson, J. (s. f.). Fact or Fiction? Lead Can Be Turned into Gold. Scientific American. Recuperado 30 de junio de 2025, de <https://www.scientificamerican.com/article/fact-or-fiction-lead-can-be-turned-into-gold/>
- Romero, S. (2025, mayo 11). ¿Piedra filosofal? ALICE acaba de convertir plomo en oro. National Geographic España. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/piedra-filosofal-alice-acaba-convertir-plomo-oro_25002
- Westport Library. (s. f.). Large Hadron Collider [Fotografía aérea del LHC]. En Westport Library Research Guides. Recuperado el 23 de julio de 2025, de <https://westportlibrary.libguides.com/LargeHadronCollider>

