

**COMPRENSIÓN DEL ORIGEN DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS A PARTIR DE LA ENSEÑANZA DEL  
PROCESO DE FUSIÓN NUCLEAR**

**UNDERSTANDING THE ORIGIN OF CHEMICAL ELEMENTS BY TEACHING THE PROCESS OF NUCLEAR  
FUSION**

**COMPRENDER A ORIGEM DOS ELEMENTOS QUÍMICOS ATRAVÉS DO ENSINO DO PROCESSO DE  
FUSÃO NUCLEAR**

**Santiago Velásquez Murcia\*<sup>ID</sup>, David Tovar Rodríguez\*\*<sup>ID</sup>  
Angye Alejandra Quiroga Ávila\*\*\*<sup>ID</sup>**

Velásquez, S.; Tovar, D.; Quiroga, A. (2023). Comprensión del origen de los elementos químicos a partir de la enseñanza del proceso de fusión nuclear. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Número especial, v18, pp.1-8

**Resumen**

El artículo enmarcado en la enseñanza de la física presenta una experiencia de aprendizaje llevada a cabo con estudiantes de grado sexto del Colegio Jorbalán de Chía, Colombia, relacionada con el origen de los elementos químicos en el universo desde el proceso de fusión nuclear que ocurre en diversos cuerpos celestes. La principal motivación para desarrollar la experiencia corresponde a la falta de contextualización de conceptos químicos relacionados con la teoría atómica en fenómenos específicos que permitan una comprensión más significativa. Por tanto, el objetivo del estudio es determinar el potencial de la enseñanza del proceso de fusión nuclear para generar comprensiones en química. El proceso de planeación de la actividad fue orientado desde un ejercicio reflexivo y de validación con profesores de ciencias en formación inicial en la asignatura Desarrollo del Pensamiento Científico de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad de La Sabana, la cual, fue implementada en una sesión de clase. Los resultados obtenidos a partir de escritos de los estudiantes reflejan avances en las comprensiones sobre las nociones de isótopos, la relación entre el número atómico y el número de protones en el átomo y que las condiciones elevadas de energía térmica pueden desencadenar fusiones nucleares que explican la procedencia de los elementos químicos a nivel del universo. Este trabajo de aula se presenta como una oportunidad para aproximar al estudiante a los procesos fisicoquímicos en el universo y sus implicaciones en la disponibilidad de materiales en la Tierra, también, el modelo de la fusión nuclear permite relacionar y evidenciar conceptos químicos centrales a nivel curricular en la educación secundaria.

**Palabras Clave:** Enseñanza de la física. Fusión Nuclear. Elementos Químicos, Educación secundaria.

\* Estudiante Licenciatura en Ciencias Naturales. Universidad de La Sabana. [santiagovemu@unisabana.edu.co](mailto:santiagovemu@unisabana.edu.co) – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4514-5137>

\*\* Docente Licenciatura en Ciencias Naturales. Universidad de La Sabana. [david.tovar@unisabana.edu.co](mailto:david.tovar@unisabana.edu.co) – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8419-2470>

\*\*\* Estudiante Licenciatura en Ciencias Naturales. Universidad de La Sabana. [angyequav@unisabana.edu.co](mailto:angyequav@unisabana.edu.co) – ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9282-117X>

### Abstract

The article, framed in the teaching of physics, presents a learning experience carried out with sixth grade students of Colegio Jorbalán de Chía, Colombia, related to the origin of chemical elements in the universe from the process of nuclear fusion that occurs in various celestial bodies. The main motivation to develop the experience corresponds to the lack of contextualization of chemical concepts related to atomic theory in specific phenomena that allow a more meaningful understanding. Therefore, the objective of the study is to determine the potential of teaching the process of nuclear fusion to generate understandings in chemistry. The planning process of the activity was guided by a reflective and validation exercise with science teachers in initial training in the subject Development of Scientific Thinking of the Bachelor's Degree in Natural Sciences of the Universidad de La Sabana, which was implemented in a class session. The results obtained from the students' writings reflect advances in their understanding of the notions of isotopes, the relationship between the atomic number and the number of protons in the atom, and that high thermal energy conditions can trigger nuclear fusions that explain the origin of chemical elements at the level of the universe. This classroom work is presented as an opportunity to bring the student closer to the physicochemical processes in the universe and their implications in the availability of materials on Earth, also, the model of nuclear fusion allows relating and evidencing central chemical concepts at the curricular level in secondary education.

**Keywords:** Physics education. Nuclear Fusion. Chemical Elements, Secondary Education.

### Resumo

O artigo, enquadrado no ensino da física, apresenta uma experiência de aprendizagem realizada com alunos do sexto ano da Escola Jorbalán em Chía, Colômbia, relacionada com a origem dos elementos químicos no universo a partir do processo de fusão nuclear que ocorre em vários corpos celestes. A principal motivação para desenvolver a experiência corresponde à falta de contextualização dos conceitos químicos relacionados com a teoria atômica em fenômenos específicos que permitem uma compreensão mais significativa. Por conseguinte, o objectivo do estudo é determinar o potencial do ensino do processo de fusão nuclear para gerar entendimentos em química. O processo de planeamento da actividade foi orientado por um exercício de reflexão e validação com professores de ciências em formação inicial na disciplina Desenvolvimento do Pensamento Científico da Licenciatura em Ciências Naturais na Universidade de La Sabana, que foi implementado numa sessão de aula. Os resultados obtidos com os escritos dos alunos reflectem avanços na sua compreensão das noções de isótopos, a relação entre o número atómico e o número de prótons no átomo e que as condições de alta energia térmica podem desencadear fusões nucleares que explicam a origem dos elementos químicos ao nível do universo. Este trabalho em sala de aula é apresentado como uma oportunidade de aproximar o aluno dos processos físico-químicos do universo e das suas implicações para a disponibilidade de materiais na Terra, também, o modelo de fusão nuclear permite relacionar e demonstrar conceitos químicos centrais a nível curricular no ensino secundário.

**Palavras-Chave:** Ensino da Física. Fusão Nuclear. Elementos Químicos, Ensino Secundário.

## 1. Introducción

La enseñanza de la astronomía es un campo específico dentro de la didáctica de las ciencias

naturales orientado a forjar en los estudiantes esquemas de pensamiento que permitan comprender el comportamiento de los fenómenos astronómicos, las variables

[ 2 ]

implicadas en estos procesos y su relevancia para la vida en la Tierra (Valderrama, Flórez, Merchán & Villamizar, 2021). Al respecto, se establecen “niveles graduales de enseñanza y comprensión de los conceptos e ideas astronómicas: un primer nivel netamente descriptivo de los fenómenos, un segundo nivel de tipo ilustrativo de los constructos teóricos producto de observaciones y el tercer nivel orientado a contrastar los resultados de los modelos matemáticos establecidos” (Ten & Monrós, 1984, p.3). Es decir que la intencionalidad pedagógica del profesor de ciencias orienta la complejidad y profundidad de los aprendizajes esperados en el campo de la astronomía, aplicado en este caso particular, en contextos formales de enseñanza.

En esta experiencia, el objetivo central consistió en aproximar a los estudiantes a describir el fenómeno de la fusión nuclear y su relación con el origen de los elementos químicos descritos hasta la actualidad, por ende, se apunta a lograr alcanzar un nivel uno de comprensión, de acuerdo con lo establecido por Ten & Monrós (1984). Un estudio análogo disponible en la literatura es el realizado por Ramos, Peralta, Monroy & Cardona (2011), en donde se llevó a cabo un trabajo de aula orientado a abordar contenidos temáticos introductorios de la física nuclear, como el proceso de fusión y la estructura atómica, en contextos de educación secundaria. Adicionalmente, el ejercicio permite afianzar conceptos químicos como las partículas subatómicas presentes en el átomo, número atómico, noción de isótopos, entre otros.

Desde el punto de vista disciplinar, el proceso de fusión nuclear es definido como un método de obtención de energía a partir de la unión de dos núcleos ligeros para dar lugar a otro más pesado, es decir, transformar la naturaleza química original de las especies originales para desencadenar en la obtención de un elemento

químico más pesado a partir de la colisión de dos protones (Young & Freedman, 2009, p.812). La figura 1 ilustra un esquema genérico del proceso de fusión nuclear de dos isótopos del Hidrógeno (Deuterio y Tritio), que, a partir de condiciones elevadas de temperatura, desencadenan en la obtención de Helio y la liberación de energía. En este contexto, es necesario comprender que los isótopos corresponden a átomos del mismo elemento, es decir con el mismo número de protones, pero que poseen diferente número de neutrones en el núcleo atómico.

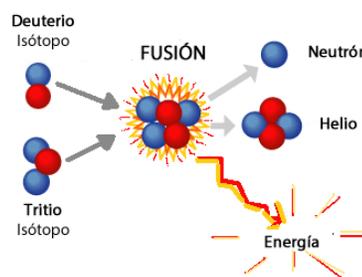


Figura 1. Esquema general del proceso de fusión nuclear de dos isótopos de Hidrógeno para obtener Helio. **Fuente:** <https://n9.cl/eovj1>

En este sentido, el fundamento general de la nucleosíntesis estelar expuesto anteriormente se presenta como un argumento de tipo científico que explica el origen de los diversos elementos químicos en el universo, a partir de fusiones nucleares que se producen en cuerpos celestes como las estrellas que poseen condiciones de temperatura óptimas para desencadenar estos procesos. También, otro eje de reflexión en este tópico es la relación entre los porcentajes de abundancia de los elementos en el universo y su masa atómica, factor comprensible a partir de la comprensión del núcleo atómico y del significado del número de protones.

#### 4. Metodología

El estudio se enmarca en un enfoque cualitativo de tipo descriptivo que presenta de manera secuencial y ordenada los sucesos de una experiencia de aula desarrollada con estudiantes de grado sexto del Colegio Jorbalán de Chía, vinculado con el ejercicio de la asignatura Desarrollo del Pensamiento Científico de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad de La Sabana. La metodología se desarrolló en las siguientes etapas ilustradas en la figura 2:

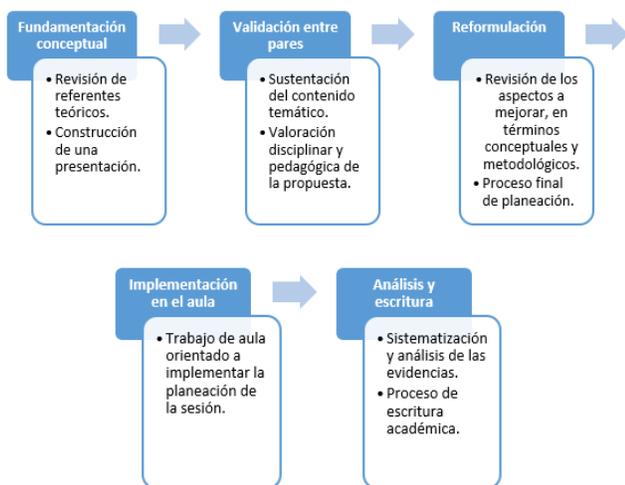


Figura 2. Etapas del desarrollo de la experiencia de aula. **Fuente:** Elaboración propia

Para llevar a cabo el proceso de implementación en el aula, se diseñó una guía de trabajo en donde los estudiantes visibilizaron sus concepciones previas y sus comprensiones con respecto al proceso de fusión nuclear. A su vez, para ilustrar el proceso, se emplearon modelos físicos de esferas para representar las partículas subatómicas de las especies involucradas. El ejercicio se desarrolló en una sesión de clase de una hora mediado por una dinámica de trabajo por equipos. En la figura 3 se ilustra el diseño de

las orientaciones para el desarrollo de la actividad.

UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
COLEGIO JORBALÁN DE CHÍA  
SESIÓN "ORIGEN DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS EN EL UNIVERSO"

Estudiantes: \_\_\_\_\_ Grado: SEXTO Fecha: \_\_\_\_\_

¿DE DÓNDE SURGEN LOS ELEMENTOS QUÍMICOS QUE CONOCEMOS?

Bienvenido (a), en la sesión de hoy comprenderemos cuál es el origen de los elementos químicos que conocemos hoy en día disponibles en la Tierra. Pero antes de comenzar, responde las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles elementos químicos conoces?
- ¿Cuál crees que sea el origen de esos elementos?

¿Qué piensas respecto a la información suministrada en el párrafo?

¡MANOS A LA OBRA!  
Construye con los modelos moleculares el proceso de fusión nuclear de acuerdo con el esquema que te dará tu profesor. Luego, dibuja el proceso, indicando el número de protones, neutrones y electrones de cada especie.

¡Bien! Ahora, presta atención al proceso fisicoquímico implicado en el origen de los elementos químicos en el universo.

"La fusión nuclear es una reacción nuclear en la que dos núcleos de átomos ligeros, en general el hidrógeno y sus isótopos (deuterio y tritio), se unen para formar otro núcleo más pesado, generalmente liberando partículas en el proceso".

¡Muy bien! Ahora, escucha atentamente la explicación del profesor y desarrolla la siguiente lectura:

"La nucleosíntesis estelar es el conjunto de reacciones nucleares que tienen lugar en las estrellas y que son responsables de la creación de elementos químicos, algunos de ellos desde sus orígenes durante el Big Bang: como el hidrógeno, el helio y el litio. Este proceso forma parte de la evolución estelar".

¿Qué aprendiste durante la sesión de trabajo?

Figura 3. Guía de trabajo del ejercicio en el aula. **Fuente:** Elaboración propia

#### 5. Resultados

Los resultados y evidencias recopiladas durante la sesión de implementación son sistematizados y presentados en la Tabla 1, en donde se resaltan diversas etapas de la guía de trabajo: saberes previos de los estudiantes, fundamentación y/o conceptualización (llevada a cabo a partir de una exposición magistral y la lectura de un párrafo), representación de la fusión nuclear y los aprendizajes adquiridos.

En las concepciones previas, los estudiantes escribieron los elementos químicos que conocían y formularon una hipótesis sobre su posible origen. En la casilla de fundamentación, luego de una explicación magistral del docente, los estudiantes describieron una idea central sobre el proceso de nucleosíntesis estelar y su importancia a nivel químico. Posteriormente, dibujaron un esquema de representación del modelo de fusión nuclear del hidrógeno, especificando el número de protones y neutrones de los isótopos correspondientes. Finalmente,

los alumnos declararon el aprendizaje más significativo desarrollado durante la clase.

## 6. Discusiones

Las evidencias reflejadas en la tabla 1 representan una aproximación o avance preliminar sobre la comprensión del fenómeno de fusión nuclear. Con respecto a las concepciones previas, los estudiantes escriben diversos elementos químicos que reconocen al haber trabajado previamente con la tabla periódica. A su vez, respecto a un origen tentativo de dichos elementos, algunos estudiantes destacan la Tierra y el origen mineral; por otro lado, otros precisan al espacio como el lugar de procedencia de los elementos conocidos actualmente. Esto permite evidenciar que los estudiantes antes de desarrollar la actividad no consideran dentro de sus argumentos procesos a nivel subatómico, sino que mencionan únicamente el lugar de origen.

La etapa de conceptualización (exposición magistral y lectura) fue un paso necesario para el desarrollo de la actividad debido a que el proceso de fusión nuclear integra diversos contenidos temáticos del área de química que no han sido trabajados por completo con los estudiantes de grado sexto. Sin embargo, esta etapa les permitió a algunos estudiantes situar el fenómeno en cuerpos celestes como las estrellas y sus elevadas temperaturas, otros mencionaron al Big Bang como un suceso importante en el origen del universo y finalmente, otros simplemente resaltaron la importancia del ejercicio de aula.

Posteriormente, en el proceso de construcción guiado del esquema de representación de la fusión nuclear, se evidencian avances en el reconocimiento de los protones y neutrones como partículas subatómicas presentes en el núcleo de los elementos y también, la gran mayoría representa de manera clara que el proceso permite obtener a partir de dos isótopos de Hidrógeno, un átomo de Helio.

Sin embargo, ningún diagrama especificó la necesidad de unas condiciones de temperatura óptimas. La figura 4 ilustra una fotografía de la organización del aula al momento de la construcción con los modelos moleculares didácticos en físico.



Figura 4. Organización del aula al momento de la construcción del proceso de fusión nuclear con los modelos moleculares.

**Fuente:** Elaboración propia

Finalmente, un breve análisis de los aprendizajes adquiridos en la sesión permite establecer que la gran mayoría de estudiantes destacó que el número de protones representa el número atómico de un elemento en la tabla periódica y en algunos casos.

Tabla 1. Sistematización de las evidencias del trabajo de aula. **Fuente:** Elaboración propia.



GRUPO	CONCEPCIONES PREVIAS	FUNDAMENTACIÓN	ESQUEMA FUSIÓN NUCLEAR	APRENDIZAJES
G001	<p>¿Cuáles elementos químicos conoces? <u>Carbono, Plomo, Niquel, cobre, Hierro.</u></p> <p>¿Cuál crees que sea el origen de esos elementos? <u>Carbono, silicio, hierro, Aluminio y platino, Hierro de las rocas.</u></p>	<p>¿Qué piensas respecto a la información suministrada en el párrafo? <u>Que Bas en base información de cómo que todo todo de las estrellas son hechas por el universo, eso cuando colapsa forman un agujero negro y lo de las estrellas fue causado por la teoría del big bang.</u></p>		<p>¿Qué aprendiste durante la sesión de trabajo? <u>Que la Fusión del Hidrogeno a tritio forma un atomo de Helio.</u></p>
G002	<p>¿Cuáles elementos químicos conoces? <u>hidrogeno, oxigeno, sodio, Carbono, Hierro, Sodio, Calcio.</u></p> <p>¿Cuál crees que sea el origen de esos elementos? <u>de las montañas de las rocas de la atmosfera, de la tierra y</u></p>	<p>¿Qué piensas respecto a la información suministrada en el párrafo? <u>de el nucleosintesis estelar es un conjunto de reacciones que originan el big bang.</u></p>		<p>¿Qué aprendiste durante la sesión de trabajo? <u>sobre el origen de los elementos químicos y nucleosintesis estelar.</u></p>
G003	<p>¿Cuáles elementos químicos conoces? <u>Carbon / Hierro / Calcio.</u></p> <p>¿Cuál crees que sea el origen de esos elementos? <u>De la tierra.</u></p>	<p>¿Qué piensas respecto a la información suministrada en el párrafo? <u>Dicen sobre la nucleosintesis y da ejemplos. Tambien esta bien explicada.</u></p>		<p>¿Qué aprendiste durante la sesión de trabajo? <u>Vic protones y neutrones Sora protones y neutrones.</u></p>
G004	<p>¿Cuáles elementos químicos conoces? <u>Carbono y Hierro</u></p> <p>¿Cuál crees que sea el origen de esos elementos? <u>De la naturaleza.</u></p>	<p>¿Qué piensas respecto a la información suministrada en el párrafo? <u>Que mas habla sobre el origen de la tierra, estrellas etc...</u></p>		<p>¿Qué aprendiste durante la sesión de trabajo? <u>Aprendi que era bien los neutrones y protones mas claramente.</u></p>
G005	<p>¿Cuáles elementos químicos conoces? <u>Uranio, Calcio, Polonio, Sodio, Hierro, Oxigeno.</u></p> <p>¿Cuál crees que sea el origen de esos elementos? <u>El espacio.</u></p>	<p>¿Qué piensas respecto a la información suministrada en el párrafo? <u>Las estrellas son pequeñas bolas de fuego, compuestas de gas y que están a muy altas temperaturas, el sol es una estrella.</u></p>		<p>¿Qué aprendiste durante la sesión de trabajo? <u>Que el numero de los elementos de la tabla periodica es el numero de protones.</u></p>

GRUPO	CONCEPCIONES PREVIAS	FUNDAMENTACIÓN	ESQUEMA FUSIÓN NUCLEAR	APRENDIZAJES
G006	<p>¿Cuáles elementos químicos conoces? <u>Carbono, Diamante, Xenon, Francio, Hierro, etc.</u></p> <p>¿Cuál crees que sea el origen de esos elementos? <u>del magma de la tierra y la fusión y el origen del universo</u></p>	<p>¿Qué piensas respecto a la información suministrada en el párrafo? <u>Muy interesante, educativo se puede aprender mucho de esa información y porque el espacio tiene elementos químicos y de mucha importancia.</u></p>		<p>¿Qué aprendiste durante la sesión de trabajo? <u>sobre los protones en la tabla periódica</u></p>
G007	<p>¿Cuáles elementos químicos conoces? <u>Niquel, Plomo, Zinc, Azufre, Hierro, Radio, Bario, Sodio, Carbono y oro etc...</u></p> <p>¿Cuál crees que sea el origen de esos elementos? <u>origen Mineral</u></p>	<p>¿Qué piensas respecto a la información suministrada en el párrafo? <u>El Big Bang fue importante porque al producirse varios elementos fueron usados por el y han sido muy importantes para el hombre</u></p>		<p>¿Qué aprendiste durante la sesión de trabajo? <u>los elementos químicos y las fusiones</u></p>
G008	<p>¿Cuáles elementos químicos conoces? <u>El oxígeno, Hidrogeno, calcio, plata.</u></p> <p>¿Cuál crees que sea el origen de esos elementos? <u>el origen de los planetas viene de la unión de hidrogeno, el oxígeno y de la tabla periódica.</u></p>	<p>¿Qué piensas respecto a la información suministrada en el párrafo? <u>que el big bang es responsable de la creación de los elementos químicos</u></p>		<p>¿Qué aprendiste durante la sesión de trabajo? <u>que los cationes positivos se vuelven negativos</u></p>
G009	<p>¿Cuáles elementos químicos conoces? <u>Hierro y Niquel y Calcio</u></p> <p>¿Cuál crees que sea el origen de esos elementos? <u>Por explosiones y desmoronamientos.</u></p>	<p>¿Qué piensas respecto a la información suministrada en el párrafo? <u>Que el sol es una estrella y que del Big Bang salió la tierra y las rocas.</u></p>		<p>¿Qué aprendiste durante la sesión de trabajo? <u>Marianne: Aprendí a diferenciar el deuterio y Tritio Zaira: Aprendí cual es el origen de los elementos químicos</u></p>

## 7. Conclusiones

El origen de los elementos químicos es una cuestión relevante y profunda para abordar en el aula, haciendo explícito el fundamento y etapas del proceso de fusión nuclear, fenómeno que se presenta como una oportunidad para integrar diversos conceptos químicos, como lo son átomo, protones, neutrones, elemento químico, isótopos, entre otros. A pesar de la complejidad de las fusiones nucleares, los estudiantes de grado sexto demostraron avances en sus comprensiones sobre el origen de los elementos químicos. Finalmente, los procesos de reflexión y validación entre pares académicos de las propuestas de intervención en el aula favorecen el desarrollo de planeaciones pertinentes y coherentes desde la perspectiva disciplinar y pedagógica.

## 8. Referencias

Ramos, E. P., Peralta, J. J., Monroy, I. A., & Cardona, G. (2011). Propuesta pedagógica en torno a tópicos introductorios de física nuclear. *Revista Científica*, 13(1), 300-305.

Ten, A. E., & Monrós, M. A. (1984). Historia y enseñanza de la Astronomía. Los primitivos instrumentos y su utilización pedagógica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 49-56.

Valderrama, A., Flórez, D. S. N., Merchán, N. Y. T., & Villamizar, N. V. (2021). Enseñanza de la Astronomía en Colombia: Aportes y Desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 2538-2547.

Young & R. A. Freedman (2009). *Física universitaria, con física moderna volumen 2*. México: Pearson Educación