

## Aplicación de los símbolos matemáticos en la química y su significado

### Application of mathematical symbols in chemistry and their meaning

Bering-Benito E. R.<sup>1</sup>, López-Sandino A. A.<sup>2\*</sup>

Bering-Benito E. R.  
bering.esquivel@fh.unanleon.edu.ni

López-Sandino A. A.  
abel.lopez@ce.unanleon.edu.ni

\*Autor de correspondencia: [abel.lopez@ce.unanleon.edu.ni](mailto:abel.lopez@ce.unanleon.edu.ni)

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León., Nicaragua.

<sup>1</sup> Centro Universitario Regional Somoto

<sup>2</sup> Área de Conocimiento de Ciencias de la Educación y Humanidades

#### Universitas (León)

Universitas (León) Revista científica de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.

ISSN-e: 2311-6072

Periodicidad: Semestral

vol.17, núm.1, 2025

[luis.blanco@cm.unanleon.edu.ni](mailto:luis.blanco@cm.unanleon.edu.ni)

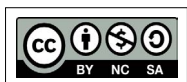
Recepción: 12 Abril, 2025

Aprobación: 13 Noviembre, 2025

URL: <https://revistas.unanleon.edu.ni/index.php/revistauniversita/articulo/view/1136>

DOI: <https://doi.org/10.5377/ul.v17i1.22112>

Copyright © 2025 Revista Universitas (León): Revista Científica de la UNAN León. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León. (UNAN-León). Dirección Académica. Departamento de Investigación. Unidad de Publicaciones y Eventos Científicos.



Esta obra está bajo una licencia internacional  
[Creative Commons Atribución No Comercial Compartir Igual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

#### Resumen:

Este artículo analiza la interacción entre la química y las matemáticas, destacando cómo la terminología química, desarrollada por Lavoisier en el siglo XVIII, transformó la comunicación científica. Subraya que la comprensión de los símbolos matemáticos es crucial para la enseñanza de la química, ya que muchos conceptos químicos requieren conocimientos matemáticos para su correcta interpretación y aplicación. El estudio se basa en una revisión exhaustiva de la literatura, recopilando artículos y libros sobre la enseñanza de la química y la matemática aplicada en este campo. Se enfatiza el uso de símbolos matemáticos como +, -, ×, =, ∞, log, y e<sup>n</sup> para representar relaciones cuantitativas y cualitativas en las reacciones químicas. Sin embargo, se señala que los estudiantes enfrentan dificultades para interpretar estos símbolos debido a su abstracción y a la multiplicidad de significados en los contextos químicos, lo que puede generar confusión. Se recomienda mejorar la integración de la química y las matemáticas en el currículo y utilizar herramientas pedagógicas como simulaciones y modelos visuales para ayudar a los estudiantes a conectar los símbolos matemáticos con los fenómenos químicos reales. Esto podría facilitar la comprensión y aplicación de los conceptos y mejorar el aprendizaje en la educación superior.

**Palabras claves:** química, matemática, enseñanza, símbolos matemáticos, representación simbólica.

#### Abstract:

This article discusses the interaction between chemistry and mathematics, highlighting how chemical terminology, developed by Lavoisier in the eighteenth century, transformed science communication. He stresses that the understanding of mathematical symbols is crucial for the teaching of chemistry, since many chemical concepts require mathematical knowledge for their correct interpretation and application. The study is based on a comprehensive review of the literature, compiling articles and books on the teaching of chemistry and applied mathematics in this field. The use of mathematical symbols such as +, -, ×, =, ∞, log, and e<sup>n</sup> to represent quantitative and qualitative relationships in chemical reactions is emphasized. However, it is noted that students face difficulties in interpreting these symbols due to their abstraction and the multiplicity of meanings in chemical contexts, which can lead to confusion. It is recommended to improve the integration of chemistry and mathematics into the curriculum and to use pedagogical tools such as simulations and visual models to help students connect mathematical symbols with real chemical phenomena. This could facilitate the understanding and application of the concepts and improve learning in higher education.

**Keywords:** chemistry, mathematics, teaching, mathematical symbols, symbolic representation.

## Introducción

La relación entre la química y la matemática ha sido objeto de interés desde la transformación terminológica que experimentó la química a finales del siglo XVIII. Esta evolución, impulsada por Antoine Lavoisier y sus contemporáneos con la publicación del *Méthode de nomenclature chimique* en 1787, no solo revolucionó el vocabulario químico, sino que también estableció un lenguaje sistematizado que facilitó la comunicación científica en Europa. Conforme la química se consolidaba como disciplina, la necesidad de un lenguaje claro y preciso se volvió esencial para interpretar y transmitir conceptos científicos. En este contexto, resulta fundamental que los educadores universitarios comprendan el impacto significativo de la terminología en la enseñanza de la química, ya que influye directamente en la construcción del conocimiento científico y en la interpretación precisa de los símbolos matemáticos que sustentan esta ciencia. Además, conforme la química se consolidaba como disciplina, la necesidad de un lenguaje claro y preciso se volvió esencial para interpretar y transmitir conceptos científicos (Bertomeu-Sánchez & Muñoz-Bello, 2012).

En este sentido, es crucial entender los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en estudiantes universitarios, ya que la simbología es la base de la comunicación y el pensamiento científico en esta disciplina (Bosque, 2010). La enseñanza de la química y su relación con las matemáticas no puede desligarse, dado que muchos conceptos químicos requieren de fundamentos matemáticos para su adecuada comprensión y aplicación. En particular, áreas como la estequiometría dependen de la habilidad para interpretar símbolos y realizar conversiones de unidades y proporciones. Garritz (2011) destaca que la estequiometría va más allá de una mera aplicación algorítmica, pues refuerza conceptos fundamentales sobre las reacciones químicas, como la conservación de la masa y las proporciones definidas. Para facilitar esta comprensión, el uso de analogías es una herramienta didáctica efectiva para la enseñanza de la estequiometría, permitiendo a los estudiantes una mejor comprensión conceptual del tema (Raviolo & Lerzo, 2016). La integración de la historia de la terminología química en la enseñanza permite a los estudiantes contextualizar los símbolos matemáticos, facilitando una comprensión más profunda y práctica de estos conceptos. Por ende, en este contexto, resulta fundamental que los educadores comprendan el impacto significativo de la terminología en la enseñanza de la química (Bertomeu-Sánchez & Muñoz-Bello, 2012), ya que influye directamente en la construcción del conocimiento científico y en la interpretación precisa de los símbolos matemáticos que sustentan esta ciencia.

Estudios recientes refuerzan la importancia de esta conexión. Willinton Sánchez Guzmán et al. (2018) subrayan que muchos estudiantes enfrentan dificultades al aplicar sus conocimientos matemáticos en contextos químicos, lo que indica la necesidad de una correlación sólida entre ambos saberes. Una forma de abordar estas dificultades es utilizando los propios errores de los estudiantes como un aporte para interpretar las fallas en la comprensión de los lenguajes de la química, reconociendo el problema como uno de simbolismo y conceptualización (Galagovsky & Bekerman, 2009). La competencia matemática es un factor clave en la capacidad de los estudiantes para realizar cálculos cuantitativos en química, y una enseñanza que integre de manera efectiva los conceptos matemáticos y químicos podría mejorar significativamente el aprendizaje de los estudiantes. Además, el desarrollo de conceptos matemáticos desde una perspectiva desarrolladora es fundamental para la formación científica (Bueno et al., 2012).

Estudios más recientes han profundizado en la vinculación directa entre las matemáticas y la química, analizando las interacciones entre proposiciones condicionales y sistemas de símbolos matemáticos en las tareas de aprendizaje (Lacues et al., 2021). Además, se ha explorado activamente la enseñanza-aprendizaje de la simbología química como parte del lenguaje químico en la educación superior (Pinto D. et al, 2022), y se han desarrollado recursos sobre símbolos matemáticos y sus significados para la enseñanza (Laboratorio Matemático, s.f.).

En este sentido, algunos autores sugieren desarrollar materiales didácticos y estrategias específicas para abordar esta interdependencia. Y sostiene que los manuales y recursos didácticos pueden ayudar a que los estudiantes consoliden su conocimiento en simbología matemática, brindándoles una base sólida para su formación científica, esta falta de conocimientos básicos en el lenguaje matemático limita la comprensión de los estudiantes, un desafío que podría superarse mediante manuales diseñados específicamente para introducir y consolidar la simbología matemática en contextos científicos. Este problema se agudiza por la dualidad de significados de los símbolos, como el signo más (+), cuyo uso en las ecuaciones químicas como simple combinación genera una confusión común entre los estudiantes, que debe ser abordada pedagógicamente (Gómez, 2018).

Se introduce un enfoque tridimensional en la enseñanza de la química, el cual aboga por el equilibrio entre niveles macroscópicos, submicroscópicos y simbólicos, y conecta el aprendizaje de la química con el contexto social y económico de los estudiantes. Este enfoque, al situar los símbolos matemáticos en contextos relevantes, promueve un aprendizaje más integral y motivador, mostrando cómo la química se relaciona con la vida cotidiana de los estudiantes.

Por último, adoptar una perspectiva crítica sobre la enseñanza de la química permite a los educadores reflexionar sobre prácticas pedagógicas que respondan a las cambiantes necesidades de los estudiantes. Explorar estrategias que integren la terminología, las matemáticas y el contexto práctico fomenta un aprendizaje duradero y significativo, preparando a los estudiantes para aplicar sus conocimientos en situaciones reales. La comprensión de las dinámicas históricas y conceptuales del lenguaje científico proporciona a los docentes herramientas valiosas para facilitar el aprendizaje, abordando los retos que implica la interpretación y aplicación de los símbolos matemáticos en química.

En síntesis, la enseñanza de la química en el nivel universitario debería integrar el uso de símbolos matemáticos con una base histórica y contextual. La implementación de estrategias pedagógicas que combinen la terminología química con fundamentos matemáticos podría mejorar la preparación de los estudiantes para enfrentar desafíos en un ámbito científico cada vez más demandante y complejo.

## Materiales y métodos

La información para este artículo fue recopilada de diversas bases de datos de revistas científicas en la Web, así como de repositorios universitarios, y organizada para facilitar su lectura, análisis y clasificación de acuerdo con criterios de profundidad, actualidad y efectividad. La investigación es de tipo cualitativo y se centra en una revisión exhaustiva de la literatura especializada sobre la enseñanza de la química y la matemática aplicada en este campo, por lo cual no emplea métodos estadísticos.

La metodología empleada fue deductiva, partiendo de marcos teóricos y principios generales sobre el lenguaje científico y la simbología para evaluar y comprobar la aplicabilidad de estos conceptos en los estudios seleccionados. Para el análisis de la información, se utilizó un enfoque interpretativo que se alinea con el método hermenéutico. Este enfoque fue seleccionado específicamente para comprender en profundidad y explicar el significado dual y las relaciones subyacentes de los símbolos matemáticos en el contexto químico, lo que resulta esencial para abordar las dificultades de interpretación en los estudiantes. La selección bibliográfica incluyó artículos académicos, libros y textos educativos especializados, priorizando estudios que exploran la aplicación de la simbología y los desafíos pedagógicos en el aula de química.

## Resultados

Los símbolos matemáticos son herramientas esenciales para la representación de relaciones cuantitativas y cualitativas en la química. A continuación, se detallan algunos de los símbolos más importantes y su uso específico.

**Tabla 1.** Significados de los símbolos de Aritmética, Definiciones, equivalencias, identidades e igualdades en Química.

| Símbolo matemático                                           | Se lee como        | Símbolo químico | Se lee como                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Definiciones, equivalencias, identidades e igualdades</b> |                    |                 |                                                                                                              |
| =                                                            | Igual a, Igual que | =               | la relación equivalente o equilibrio, doble enlace, también produce                                          |
| ≡                                                            | es congruente con  | ≡               | Triple enlace                                                                                                |
| ∝                                                            | proporcional a     | ∝               | una relación proporcional directa o inversa                                                                  |
| <b>Aritmética</b>                                            |                    |                 |                                                                                                              |
| Adición (+)                                                  | Más                | (+)             | Reacciona con, una combinación o la carga positiva (Protón)                                                  |
| Sustracción (-)                                              | Menos              | (-)             | Perdida de electrones, la carga negativa (electrones) o Enlace Simple                                        |
| Multiplicación (*, ., x)                                     | Por                | (*, ., x)       | La cantidad de sustancia en una reacción, también los puntos significan electrones en la estructura de Lewis |

Nota: Información recopilada y elaborada por autores

**Tabla 2.** Significados de los símbolos de Lógica Proporcional y Números en Química.

| Símbolo matemático                      | Se lee como              | Símbolo químico   | Se lee como                                      |
|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Lógica proporcional</b>              |                          |                   |                                                  |
| Implicación material ( $\rightarrow$ )  | implica; si .. entonces  | $\rightarrow$     | Reacción Irreversible o Produce                  |
| Doble implicación ( $\leftrightarrow$ ) | si y sólo si             | $\leftrightarrow$ | Reacción Reversible                              |
| <b>Números</b>                          |                          |                   |                                                  |
| N                                       | Números Naturales (N)    | N                 | Números Neutrones, Normalidad, también Nitrógeno |
| Z                                       | Números Enteros (Z)      | Z                 | Número Atómico                                   |
| Q                                       | Números Racional (Q)     | Q                 | Calor                                            |
| R                                       | Números Reales (R)       | R                 | Constante del Gas Ideal (0.082atm.L/mol.K)       |
| C                                       | Números Complejos (C)    | C                 | Carbono                                          |
| H                                       | Números Cuaterniones (H) | H                 | Hidrógeno                                        |
| P                                       | Números Primos (P)       | P                 | Fósforo y Presión                                |
| A                                       | Números Algebraicos (A)  | A                 | Número Másico                                    |
| I                                       | Números Imaginarios      | I                 | Yodo                                             |

Nota: Información recopilada y elaborada por autores

**Tabla 3.** Significados del símbolo de Logaritmo, Exponencial y Teoría de Conjuntos en Química

| Símbolo matemático                    | Se lee como                         | Símbolo químico | Se lee como                                                                                                                      |
|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Símbolos Logarítmicos y Exponenciales |                                     |                 |                                                                                                                                  |
| Log                                   | Logaritmo                           | Log             | Involucran concentraciones de iones describen cómo varía la velocidad de reacción con la temperatura en la ecuación de Arrhenius |
|                                       | Exponencial                         | e <sup>n</sup>  |                                                                                                                                  |
| Funciones                             |                                     |                 |                                                                                                                                  |
| ()                                    | Aplicación de Función; Agrupamiento | de()            | Representación de los números de veces que se repite en las moléculas el grupo de átomos que están dentro de ellos.              |
| Teoría de Conjuntos                   |                                     |                 |                                                                                                                                  |
| Δ                                     | Delta o Diferencia                  | Δ               | Aplicación de Calor                                                                                                              |

Nota: Información recopilada y elaborada por autores

A como se mencionó previamente en las tablas los significados de cada símbolo matemáticos en la química, ejemplificamos algunos usos de estos, como:

Símbolos Aritméticos

- **+** (suma): En química, este símbolo se emplea para denotar la combinación de reactivos en una ecuación química. Es crucial en la representación de reacciones, ya que muestra la adición de sustancias que resultan en productos nuevos.

- o Ejemplo:  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  describe la formación de agua a partir de hidrógeno y oxígeno.
- o Este símbolo en la química no solo representa una suma aritmética, sino también una combinación física de elementos, lo que genera confusión en los estudiantes cuando no se explica adecuadamente.
- - (**resta**): En el contexto de las reacciones redox, la resta representa la pérdida de electrones.
- o Ejemplo:  $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e^-$  describe el proceso de oxidación del sodio.
- o El uso del símbolo menos en la química es menos intuitivo que en matemáticas, dado que sugiere un cambio de estado o la pérdida de una partícula, en lugar de una operación de resta.
- $\times$  (**multiplicación**): Se utiliza principalmente en cálculos estequiométricos para expresar el número de moléculas o la cantidad de sustancia en una reacción.
- o Ejemplo:  $2 \times \text{H}_2\text{O}$  indica dos moléculas de agua.
- o La multiplicación en química es un concepto fundamental, pero a menudo mal entendido cuando los estudiantes no comprenden cómo se relacionan las proporciones estequiométricas con la realidad molecular.

## *Definiciones, equivalencias, identidades e igualdades*

- = (**igualdad**): Este símbolo es central en la expresión de ecuaciones químicas, donde los reactivos y productos están en equilibrio o muestran relaciones equivalentes.
- o Ejemplo:  $PV = nRT$ , la ecuación de los gases ideales es una representación matemática de la relación entre presión, volumen y temperatura de un gas.
- o El símbolo de igualdad en química tiene un significado doble: puede representar una igualdad matemática estricta o un equilibrio dinámico, lo que requiere una explicación detallada en el contexto educativo.
- $\propto$  (**proporcional a**): Este símbolo es común en leyes como la Ley de Boyle y la Ley de Charles, donde se establece una relación proporcional directa o inversa entre dos variables químicas. Además, la proporcionalidad es un reto en sí mismo, pues en el contexto de las leyes de los gases (Ley de Boyle), existen dificultades en la enseñanza para que los estudiantes comprendan la naturaleza de la relación entre las variables (Fernández & Muñoz, 2020).
- o Ejemplo:  $V \propto 1/P$  describe que el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión.
- o Se interpreta la proporcionalidad como una relación fija y directa, lo que no siempre es aplicable en las situaciones químicas reales.

## *Símbolos Logarítmicos y Exponenciales*

- log (logaritmo): Fundamental en cálculos de pH y otras relaciones químicas que involucran concentraciones de iones.
- o Ejemplo:  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$  se utiliza para determinar el nivel de acidez de una solución.
- o El uso de logaritmos en química presenta desafíos para los estudiantes, quienes a menudo no comprenden la relación entre el logaritmo y las concentraciones pequeñas, como las de los iones en soluciones diluidas.
- $e^n$  (**exponencial**): Este símbolo aparece en la ecuación de Arrhenius y otras fórmulas que describen cómo varía la velocidad de reacción con la temperatura.

o Ejemplo:  $k=Ae^{-E_a/RT}$  describe la relación entre la constante de velocidad, la energía de activación y la temperatura.

o La función exponencial en química, particularmente en la cinética de reacciones, es crucial para entender cómo pequeños cambios en la energía o la temperatura pueden tener un impacto significativo en las reacciones. En otro aspecto la cinética, se ha demostrado que la comprensión de la cinética química puede ser mejorada significativamente a través del análisis de la función exponencial para describir las tasas de reacción (Díaz & Vargas, 2022).

El uso de símbolos matemáticos en química trasciende las operaciones básicas, pues permite describir procesos complejos con precisión y claridad. Sin embargo, su correcta comprensión requiere un enfoque educativo que integre conceptos matemáticos con aplicaciones químicas prácticas. De esta manera, se promueve un aprendizaje significativo y se evita la confusión que podría surgir de la dualidad de significados en diferentes contextos.

## Resultados y Discusión

### Discusión

#### Implicaciones Pedagógicas en la Enseñanza de la Química

En el ámbito educativo, la correcta enseñanza de los símbolos matemáticos en química tiene un impacto significativo en la comprensión de conceptos complejos. Según Torres (2018), muchos estudiantes experimentan dificultades al interpretar los símbolos matemáticos utilizados en ecuaciones químicas, lo que a menudo se debe a la falta de integración entre la enseñanza de matemáticas y química en el currículo. Además, estudios de Campos y Pineda (2020) sugieren que los profesores deben enfatizar el significado conceptual de estos símbolos, en lugar de enseñarlos únicamente como herramientas para realizar cálculos.

Otra barrera común es la abstracción inherente de muchos símbolos matemáticos, que tienden a descontextualizar los fenómenos químicos reales. García y Ramos (2017) proponen que el uso de modelos visuales y simulaciones puede ayudar a los estudiantes a relacionar los símbolos con los procesos físicos y químicos que representan. En línea con esta necesidad de estrategias didácticas, Tróchez López et al. (2023) proponen una estrategia para el aprendizaje de la simbología de las reacciones químicas, basada en el modelo cognitivo de ciencia. La integración de simulaciones interactivas y modelos visuales es crucial para superar la abstracción de los símbolos. Estas herramientas pedagógicas permiten a los estudiantes ver la representación submicroscópica de las ecuaciones químicas, conectando los coeficientes estequiométricos (un concepto matemático) con el número real de átomos y moléculas que reaccionan. Plataformas como PhET Interactive Simulations o ChemCollective ofrecen entornos virtuales (como el balanceo de ecuaciones químicas o la experimentación con concentración) que visualizan cómo las variables, a menudo expresadas matemáticamente, se manifiestan en la realidad química. Por ejemplo, una simulación puede ilustrar cómo las variables en la ecuación de Arrhenius ( $k=Ae^{-E_a/RT}$ ), que utiliza el símbolo exponencial, afectan la velocidad de colisión de las moléculas, dando un significado físico tangible a la función en la cinética química.

Además, los símbolos matemáticos en la química, tiene un papel fundamental como:

- **Facilitan la comprensión de reacciones químicas:** Los símbolos matemáticos permiten a los químicos expresar de manera concisa las relaciones entre reactivos y productos en una reacción.
- **Establecen relaciones cuantitativas precisas:** Utilizar símbolos matemáticos ayuda a cuantificar las proporciones de sustancias involucradas, asegurando que los cálculos sean exactos y confiables.
- **Mejoran la comunicación científica:** Los símbolos estandarizados permiten a los científicos de diferentes disciplinas y regiones intercambiar información sin ambigüedades.

Pero aun existente limitaciones y desafíos al Uso de Símbolos Matemáticos en Química, asimismo, los símbolos matemáticos son esenciales para expresar conceptos y realizar cálculos en química, presentan ciertos desafíos:

» Abstracción: Dificultades para relacionar los símbolos matemáticos con los fenómenos físicos que representan

1. Los estudiantes enfrentan dificultades para conectar símbolos matemáticos (como coeficientes en ecuaciones químicas) con los fenómenos físicos que describen, lo que afecta la comprensión profunda de los conceptos químicos.
2. Por ejemplo, los estudiantes a menudo ven los coeficientes en una ecuación química solo como números abstractos, sin entender que representan la cantidad de átomos o moléculas en una reacción química real.
3. Esta desconexión entre el simbolismo matemático y los procesos físicos dificulta la comprensión de conceptos avanzados como termodinámica y cinética química, que requieren comprender las relaciones entre energía, velocidad de reacción y otras propiedades a nivel molecular.

» Contexto y Significado: La multiplicidad de significados de los símbolos matemáticos en el contexto químico

1. Los símbolos matemáticos, como el símbolo "+", pueden tener significados diferentes dependiendo del contexto químico.
2. En matemáticas, "+" indica una adición numérica, mientras que en química puede denotar una combinación de sustancias en una reacción, como  $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ .
3. Esta ambigüedad puede confundir a los estudiantes cuando intentan aplicar principios matemáticos a problemas químicos, ya que el mismo símbolo puede tener diferentes funciones según si se está resolviendo una ecuación matemática o una reacción química.

Los estudiantes deben aprender a contextualizar los símbolos para evitar errores conceptuales, entendiendo que un mismo símbolo puede representar procesos muy distintos en los campos de las matemáticas y la química.

## Conclusiones

En conclusión, este estudio ha puesto de manifiesto la interdependencia crucial entre la química y la matemática, destacando cómo los símbolos matemáticos son fundamentales para la comprensión y aplicación de conceptos químicos. Aunque los estudiantes enfrentan desafíos al interpretar estos símbolos, especialmente cuando se relacionan con fenómenos químicos y físicos, la integración efectiva de ambos campos en la enseñanza es crucial para mejorar su comprensión.

La importancia de contextualizar los símbolos matemáticos en situaciones químicas reales es evidente, ya que facilita un aprendizaje más profundo y significativo, evitando la confusión que surge de la multiplicidad de significados. En este sentido, la matemática debe ser considerada un recurso pedagógico esencial que enriquece la enseñanza de las ciencias, facilitando a los estudiantes la comprensión de las relaciones cuantitativas.

Para lograr esta integración, es imperativo mejorar la pedagogía mediante el empleo de estrategias que permitan una mejor conexión entre los símbolos y los fenómenos reales. Esto incluye el desarrollo e implementación de manuales y recursos didácticos específicos para consolidar la simbología matemática en contextos científicos. Además, herramientas como las simulaciones y los modelos visuales se presentan como estrategias esenciales para superar la abstracción y mejorar la capacidad de los estudiantes para aplicar los conceptos con precisión en el análisis de reacciones y procesos químicos.

En el rol docente, es crucial fortalecer el Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) sobre conceptos fundamentales como la "reacción química" y su vinculación matemática, para identificar y abordar las dificultades de los estudiantes. Asimismo, la didáctica debe enfocarse en promover el aprendizaje desde el error, reconociendo las dificultades de los estudiantes con la simbología como oportunidades para la consolidación de conocimientos.

Finalmente, se insta a los educadores a comprender las demandas lingüísticas de los estudiantes de ciencias desde una perspectiva integrada de la ciencia y el lenguaje, asegurando que el significado del símbolo sea consistente en ambos contextos para el logro de un aprendizaje significativo. Este estudio abre la puerta a nuevas formas de enseñanza, invitando a los educadores a seguir explorando y adaptando métodos que optimicen la integración de las matemáticas en la química. Con ello, se asegura que los estudiantes puedan dominar ambos lenguajes científicos, preparándolos para enfrentar los retos de la ciencia moderna.

## Referencias bibliográficas

- Bertomeu-Sánchez, J. R., & Muñoz-Bello, R. (2012). *La terminología química durante el siglo XIX: Retos, polémicas y transformaciones*. *Educación Química*, 23(3), 405-410. [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30127-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30127-1)
- Bosque, P. M. (2010). *Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en estudiantes universitarios*. *Educación química*, 21(2), 126-138.
- Bueno, S., et al. (2012). *El aprendizaje de conceptos matemáticos desde una perspectiva desarrolladora*. *Pedagogía Universitaria*, 17(1), 76+. <https://link.gale.com/apps/doc/A466782798/AONE?u=anon~53bea479&sid=googleScholar&xid=ec3dcd97>
- Camacho, J. L. *Vinculando las Matemáticas y la Química: Tres casos*. s88-documento-de-referencia.pdf
- Campos, J., & Pineda, L. (2020). *El papel del simbolismo matemático en la educación química*. Editorial Científica.
- Díaz, F., & Vargas, R. (2022). "Comprensión de la cinética química a través de la función exponencial". *Revista Internacional de Ciencias Exactas*, 38(4), 102-115.
- Flores, Á. (s.f). *Pedagogía matemática: Vinculación entre los niveles medio y superior*.328835854.pdf

- Fernández, M., & Muñoz, A. (2020). "Proporcionalidad en las leyes de los gases: Dificultades en la enseñanza". *Journal of Chemical Education*, 97(2), 450-460.
- Galagovsky, L., & Bekerman, D. (2009). *La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes*. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 952-975. [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART11\\_Vol8\\_N3.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART11_Vol8_N3.pdf)
- García, P., & Ramos, T. (2017). "Desafíos en la enseñanza de los símbolos matemáticos en la química". *Revista de Ciencias de la Educación*, 45(1), 123-135.
- Gómez, A. (2018). "El uso del signo más en las ecuaciones químicas: Una confusión común entre los estudiantes". *Revista Internacional de Química*, 56(3), 210-225.
- Garritz, A. (2011). *Conocimiento didáctico del contenido. Mis últimas investigaciones: CDC en lo afectivo, sobre la estequiometría y la indagación*. [PDF]
- Lacues, E., Díaz, L., & Huertas, J. (2021). *Interacciones entre proposiciones condicionales y sistemas matemáticos de símbolos en una tarea matemática*. *Educación matemática*, 33(1), 268-295. Epub 06 de diciembre de 2021. <https://doi.org/10.24844/em3301.10>
- Laboratorio Matemático. (s.f.). *Símbolos matemáticos y sus significados*. Universidad de los Andes. Recuperado de <https://laboratoriomatematicas.uniandes.edu.co/semarquitec/simbolosmat.htm>
- Parra, A. M. B. (2023). *Aprendizaje desde el error en la enseñanza de la Química*. *Revista Arjé*, 6(2), 1-12. Aprendizaje desde el error en la enseñanza de la Química | Revista Arjé
- Pinto D. et al (2022). La enseñanza-aprendizaje de la simbología química como parte del lenguaje químico en la Escuela Superior Pedagógica de Bié (ESPB). *Educación química*, 33(2), 37-49. Epub 28 de noviembre de 2022. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.2.76864>
- Raviolo, A., & Aznar, M. M. (2003). *Una revisión sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con el equilibrio químico. Clasificación y síntesis de sugerencias didácticas*. *Educación Química*, 14(3), 159-165.
- Raviolo, A., & Lerzo, G. (2016). *Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual*. *Educación química*, 27(3), 195-204.
- Rodríguez, M. (2011). *La matemática y su relación con las ciencias como recurso pedagógico. Números*, *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 77, 35-49 77-06-01-mat-ciencia
- Reyes-C., Flor, & Garritz, A. (2006). *Conocimiento pedagógico del concepto de "reacción química" en profesores universitarios mexicanos*. *Revista mexicana de investigación educativa*, 11(31), 1175-1205. Recuperado en 21 de octubre de 2024, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662006000401175&lng=es&tlng=](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662006000401175&lng=es&tlng=).
- Simba, N. & Salas, S. (2022). *Simbología matemática: Una estrategia de aprendizaje activa*.
- Seah, L. et al (2013). *Comprender las demandas lingüísticas de los estudiantes de ciencias desde una perspectiva integrada de la ciencia y el lenguaje*. *Revista Internacional de Educación en Ciencias*, 36(6), 952-973. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.832003>
- Torres, C. (2018). *Relaciones de la química con matemática y lenguaje: propuesta de aprendizaje en un entorno virtual*. *Educación química*, 29(2), 51-61. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.2.63707>
- Tróchez López, et al (2023). *La simbología de las reacciones químicas: una estrategia didáctica para su aprendizaje, a partir del modelo cognitivo de ciencia*. *Revista de Estudios Químicos*, 4(1), 12-23. <https://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/86939/78010>
- Willinton Sánchez Guzmán, J., Lugo Redondo Martínez, V., & García Héctor Alfonso, R. (2018). *Correlación de los saberes del área de matemáticas con el uso de los conocimientos científicos en química*. [PDF]